This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

HW 270Q D

Digitized by Google

~~War 27.20~~
KE 791

HARVARD COLLEGE LIBRARY

BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787–1855)
OF BOSTON

FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

REVUE

D'ARTILLERIE

Digitized by Google

NANCY, IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT ET Cie.

Digitized by Google

REVUE

D'ARTILLERIE

Paraissant le 15 de chaque mois

TREIZIÈME ANNÉE

—

TOME XXVI

(Avril — Septembre 1885)

BERGER-LEVRAULT ET Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS
RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY
RUE JEAN-LAMOUR, 11

1885

Digitized by Google

KE 791

HARVARD COLLEGE
MAR 7 1922
LIBRARY

DEGRAND FUND

Digitized by Google

NOUVEAUX PROGRÈS

DE

LA DÉPHOSPHORATION

DES FONTES ET DES ACIERS

[*Suite* (¹).]

CHAPITRE II.

APPLICATION DU PROCÉDÉ THOMAS ET GILCHRIST.

Détails relatifs à diverses usines.

Vu la grande quantité de scories qu'il est nécessaire d'amener à l'état fluide, l'opération Bessemer basique a toujours une tendance à être d'allure froide ; le métal est souvent bulleux, il peut toutefois se laminer en rails ayant une structure plus ou moins ferreuse, et sur la qualité desquels, à l'emploi, l'avenir pourra seul prononcer.

Le procédé Thomas et Gilchrist convient surtout à la fabrication des rails ; on peut cependant obtenir par ce moyen des aciers plus doux, et même des aciers extra-doux ou fers fondus.

Si le Bessemer travaille à allure froide, les aciers sont remplis de soufflures, la surface extérieure des lingots a l'apparence d'une ruche d'abeilles.

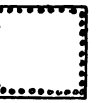
Il semble donc qu'il faut prendre la fonte d'un haut fourneau marchant à allure chaude, ce qui coïnciderait en outre avec la condition d'avoir peu de soufre; mais, si l'on travaille à allure trop chaude, la surface extérieure des lingots est formée de longs cristaux ayant leur axe dirigé perpendiculairement à la surface du lingot, et alors

(¹) Voir *Revue d'artillerie*, mars 1885, t. XXV, p. 521.

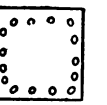
Digitized by Google

l'acier a des tendances à criquer. Il faut donc marcher à allure moyenne ; quand la température est trop élevée, on l'abaisse en ajoutant des bouts de rails dans la cornue.

Si l'acier est dur, les soufflures sont très près de la surface, ce qui, lorsqu'il y a du soufre en quantité notable, peut amener des déchirures pendant le laminage ; il est rare cependant que le laminage ne soit pas bon s'il y a moins de 0,04 p. 100 de soufre ; quand on dépasse 0,06, on voit de suite apparaître l'influence des soufflures extérieures.



Si l'acier est doux, ces soufflures sont toujours moins voisines de la surface du lingot ; elles ont donc moins d'importance dans le laminage, et l'on peut admettre une proportion de soufre un peu plus forte.



L'*acier dur* s'obtient en ajoutant du spiegel ; il en faut, à égalité de dureté voulue, un tiers de plus que dans la fabrication ordinaire au Bessemer acide. En général, on ne dépasse guère une dureté de 75 kg. par millimètre carré ; en Allemagne, d'ailleurs, on préfère les rails doux aux rails durs.

L'*acier doux* s'obtient en employant une fonte un peu manganésée (1,5 à 2 p. 100) pour éviter l'oxydation au sursoufflage.

Si l'on désire que cet acier se travaille bien à chaud, on ajoute 0,25 à 0,50 p. 100 de ferro-manganèse riche, destiné à enlever les traces d'oxydation. On arrive ainsi à obtenir un métal d'une douceur qu'on n'avait pu réaliser encore avec les fontes les plus pures.

Le métal rompt à 35 kg. par millimètre carré et s'allonge de 30 à 35 p. 100 ; d'après M. Valton, ce nouveau produit aurait l'avantage sur le fer puddlé, non seulement comme prix mais comme qualité, et cet ingénieur pense que, dans un délai probablement rapproché, le métal fondu doux se substituera au fer puddlé supérieur.

Digitized by Google

A *Witkowitz* (Moravie) on emploie, pour la confection des appareils, des dolomies silésiennes ne contenant guère que 2 p. 100 de silice, et on en fait un pisé avec 7 p. 100 de goudron.

La fonte employée est refondue au réverbère et correspond à :

Manganèse . . .	0,800.
Silicium	0,750.
Soufre	0,210.
Phosphore. . . .	0,900.

La quantité de chaux introduite est de 18 à 20 p. 100 du poids de la fonte traitée ; le soufflage dure 11 à 15 minutes, le sursoufflage 1 à 3 minutes. On ajoute 10 à 20 kilogrammes de ferro-manganèse à 50 p. 100 pour 3 tonnes de fonte. On obtient de cette manière un acier extra-doux et très pur qui correspond à la composition suivante, et est employé pour tôles, rivets..., etc., se soudant, dit-on, comme le fer puddlé :

Manganèse. . .	0,200 à 0,300	p. 100.
Carbone. . . .	0,050 à 0,150	—
Silicium. . . .	traces	—
Soufre.	0,020	—
Phosphore . . .	0,020 à 0,050	—

Le procédé de transvasement de M. Harmet a été mis en pratique, pendant un certain temps, à Witkowitz ; mais il a été bientôt abandonné [1].

A *Kladno* (Bohême), avec une fonte contenant 2,6 p. 100 de silicium et 1,8 p. 100 de phosphore, on produit un acier à 0,084 p. 100 de silicium et seulement 0,030 p. 100 de phosphore.

---

[1] Voir *Revue d'artillerie*, juin 1880, t. XVI, p. 319.

Digitized by Google

Opération de Hœrde (30 juin 1880), d'après

INDICATION du moment de la prise d'essai.	ANALYSE DU MÉTAL.				
	Mn.	C.	Si.	S.	Ph.
Fonte initiale	0,520	2,830	0,660	0,290	1,280
Après 2 minutes de soufflage	0,450	2,720	traces	0,260	1,320
Après 4 minutes de soufflage	0,420	2,480	id.	0,270	1,290
Après 6 minutes de soufflage	»	1,700	id.	»	1,250
Après 8 minutes de soufflage	0,300	0,700	id.	0,290	1,220
Après 9 minutes 15 secondes de soufflage	0,250	0,160	id.	0,330	1,180
Après 10 minutes 45 secondes (1er témoin)	0,190	0,150	id.	0,370	0,480
Après 11 minutes 45 secondes (2e témoin)	0,170	0,100	id.	0,220	0,070
Après 11 minutes 55 secondes (3e témoin)	0,120	0,090	id.	0,160	0,040
Acier final	0,460	0,240	id.	0,090	0,020
Spiegel	11,250	4,010	0,670	traces	0,210

Durée du soufflage pour l'expulsion du carbone : 9 minutes 15 secondes.
Après l'addition du Spiegel, nouveau soufflage jusqu'au moment 12 minutes 5 secondes.

A Hœrde, on traite des fontes blanches phosphoreuses, refondues au cubilot avec une surcharge de coke ; on ajoute 150 à 200 kg. de chaux par tonne de fonte introduite dans le convertisseur, et les additions finales se composent de 5 à 7 p. 100 jusqu'à 9 à 10 p. 100 de spiegel, suivant les qualités du métal à obtenir.

L'acier déphosphoré y est employé principalement pour bandages et produits doux, tôles, rivets, billettes de tréfilerie, longrines, essieux, rails, blooms à refondre.

Dans l'exemple donné ci-contre, on n'a pas constaté de réintégration de phosphore après l'addition de spiegel.

Opération de Ruhrort, d'après

INDICATION du moment de la prise d'essai.	ANALYSE DU MÉTAL.				
	Mn.	C.	Si.	S.	Ph.
Fonte initiale	1,030	3,210	1,220	0,080	2,180
Après 2 minutes 46 secondes de soufflage	0,710	3,300	0,720	0,050	2,150
Après 5 minutes 21 secondes de soufflage	0,500	3,120	0,150	0,050	2,220
Après 8 minutes 5 secondes de soufflage	0,180	2,470	0,007	0,050	2,150
Après 10 minutes 45 secondes de soufflage	0,160	1,490	0,012	0,050	2,000
Après 13 minutes 28 secondes de soufflage	0,140	0,750	0,005	0,050	2,050
Après 15 minutes 13 secondes de soufflage	0,010	0,050	0,008	0,055	1,910
Après 19 minutes 14 secondes de soufflage	0,010	0,020	0,005	0,060	0,230
Après 19 minutes 31 secondes de soufflage	0,010	0,020	0,005	0,055	0,140
Après 19 minutes 49 secondes de soufflage	0,010	0,003	0,004	0,056	0,087
Acier final	0,480	0,260	0,010	0,045	0,145
Spiegel	1,306	5,180	0,280	0,010	0,097
Analyse de la scorie finale					

A Ruhrort, on traite des fontes contenant en moyenne 0,700 à 1,250 p. 100 de silicium ; 1 à 2,5 p. 100 de manganèse, et 1,700 à 2 p. 100 de phosphore. Le garnissage des convertisseurs est fait en pisé dolomitique ; on ajoute 18 p. 100 de chaux dès le début de l'opération sans réchauffer le convertisseur, ce qui donne lieu à une opération froide au début correspondant

Digitized by Google

(Massenez. Meeting de Dusseldorf.

ANALYSE DES SCORIES.

Si O².	Ph O⁵.	Fe²O³.	Fe O.	Mn O.	Al² O³.	Ca O.	Mg O.	Ca S.	Fe.	Mn.	S.	Ph.
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
8,400	1,090	0,800	4,200	1,900	0,420	67,800	4,940	0,470	3,830	1,480	0,210	0,470
8,600	1,810	0,600	3,700	2,800	0,380	68,000	4,370	0,630	3,300	2,170	0,280	0,790
7,200	2,400	1,200	3,200	2,400	0,820	67,200	4,600	0,760	3,350	1,780	0,340	1,030
1,200	3,460	1,800	2,900	3,000	0,720	61,808	4,640	0,900	3,520	2,310	0,400	1,510
4,800	5,550	2,500	5,400	2,000	0,490	64,090	4,660	0,920	6,000	1,610	0,410	2,420
1,300	12,410	0,600	4,400	1,900	0,390	63,000	4,370	0,830	4,850	1,520	0,370	5,420
8,900	13,680	2,900	11,200	2,100	1,830	51,000	5,290	1,650	10,140	1,660	0,730	5,970
3,800	12,800	4,900	12,300	2,000	1,680	49,500	5,080	1,980	13,010	1,600	0,880	5,590
9,700	10,880	3,800	8,600	5,900	2,210	49,700	6,420	2,260	9,340	4,590	1,000	4,750
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

Détail de la charge.

Fonte grise de Hœrde	780 kg
Fonte blanche de Hœrde	870
Fonte blanche de Metz	597
Fonte blanche de Wendel	655
Scraps	595
Spiegel	260
Ferro-manganèse	60
Total	3 817 kg
Chaux	700
Scories	595
Acier	3 070

Wedding. Meeting de Dusseldorf.

ANALYSE DES SCORIES.

Si O².	Ph O⁵	Fe²O³.	Fe O.	Mn O.	Al² O³.	Ca O.	Mg O.	Ca S.	Fe.	Mn.	S.	Ph.
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
12,780	16,080	60,400	4,870	3,350	1,120	47,400	7,790	0,100	»	»	»	»

à 13 à 16 minutes de soufflage normal et 4 à 5 minutes de sursoufflage ; on coule avec 7 p. 100 de spiegel à 10 ou 12 p. 100 de manganèse et souvent un demi p. 100 de ferro-manganèse.

L'acier est employé à la fabrication des rails. Dans l'exemple donné ci-contre, il y a eu réintégration de phosphore de 0,087 à 0,145.

Digitized by Google

Opérations de Hœrbe (30 *juin* 1880).

Composition de la scorie.

(Pour la chaux et la silice, l'échelle des ordonnées est dix fois moindre que pour les autres substances.)

Teneurs p. 100

Chaux
Magnésie
Fer
Manganèse
Silice
Phosphore
Soufre
Fe
MgO
CaO
Ph
Mn
S
SiO^3
Temps en min.

Composition du métal.

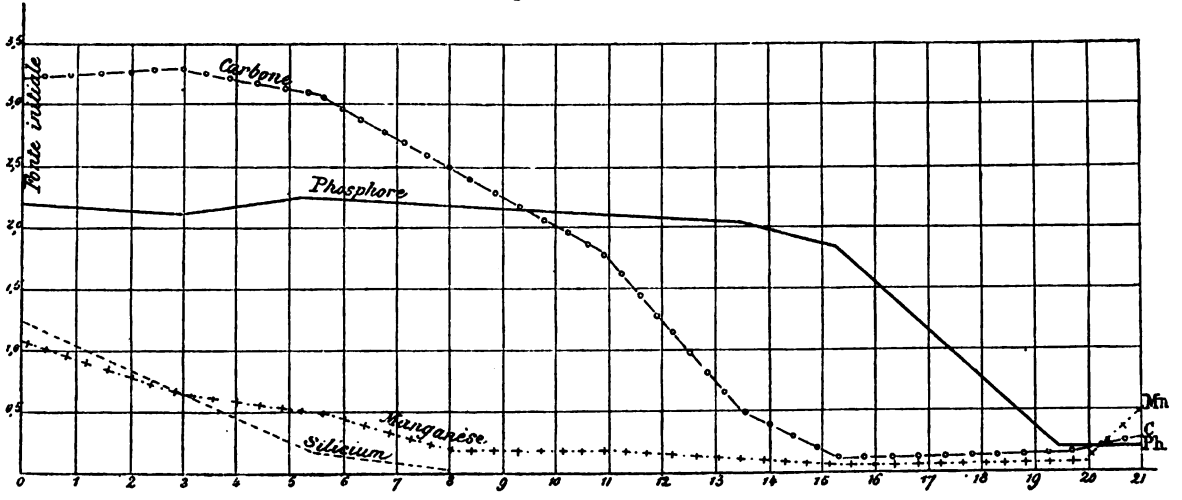
Fonte initiale

Carbone
Phosphore
Silicium
Manganèse
Soufre
Mn
C
S
Ph

Digitized by Google

Opérations de Ruhrort, d'après Wedding.

Composition du métal.



Digitized by Google

A *Scheffield,* chez MM. Brown, Bailey et Dixon, on arrive également à produire des métaux ferreux, contenant :

Manganèse. . .	0,235	p. 100.
Carbone. . . .	traces	—
Silicium. . . .	traces	—
Soufre.	0,075	—
Phosphore . . .	0,030	—

Pour obtenir des aciers à rails, on recarbure, à la fin, avec des fontes hématites blanches.

Au *Creusot* (1), il y a actuellement en marche deux convertisseurs basiques et quatre convertisseurs acides.

Les deux convertisseurs basiques servaient autrefois pour l'opération acide ordinaire. L'épaisseur du pisé est de $0^m,65$ au fond de la cornue et de $0^m,45$ dans les autres parties, c'est-à dire un peu plus forte que pour les Bessemer acides.

La dolomie naturelle qui y est employée est achetée à Santenay (Saône-et-Loire) et a pour composition :

Chaux	45.
Magnésie.	17.
Eau, acide carbonique et matières diverses. .	38.

Le pisé a pour composition :

Chaux	50.
Magnésie	32.
Silice et alumine.	7.
Goudron	11.

La composition moyenne des fontes traitées est la suivante :

Carbone.	3	p. 100.
Silicium.	1,30	—
Manganèse.	2,30	—
Phosphore	2,30 à 2,50	p. 100.
Soufre.	0,20 au maximum	p. 100.

Durée moyenne des diverses périodes :

Scorification.	de 40 secondes à 2 minutes.
Décarburation.	10 minutes.
Sursoufflage.	4 minutes.

(1) Se reporter aux détails donnés dans le chapitre premier, p. 522.

Digitized by Google

Les convertisseurs employés permettent de traiter 10 tonnes lorsqu'on opère par le procédé acide ; mais, pour le procédé basique, la charge est réduite à 8 tonnes de fonte que l'on verse sur une addition préalable de 16 à 20 p. 100 de chaux bien cuite et bien chaude. Quand les fontes sont par trop siliceuses, on introduit 1 à 1,5 p. 100 de fluorure de calcium avec la chaux.

A la fin de la période de décarburation, on couche le convertisseur et on évacue la scorie qui renferme alors :

Silice	22.
Chaux et magnésie	47.
Acide phosphorique	10.
Oxydes de fer et de manganèse	11.
Alumine, oxyde de chrome, acide sulfurique, etc.	10.

On ajoute ensuite 5 à 6 p. 100 de chaux et on commence le sursoufflage.

A la fin du sursoufflage on enlève complètement la scorie, dont le volume est environ le double de la première évacuation.

On prend en même temps un échantillon que l'on examine, ainsi que nous l'avons déjà dit ; cet examen indique si le sursoufflage est suffisant ou s'il doit être continué.

Lorsque le contre-maître juge que l'on a atteint le degré voulu de déphosphoration, on arrête le sursoufflage, et pour la recarburation on ajoute 10 p. 100 de spiegel à 18 p. 100, ce qui fait une quantité de manganèse métallique égale à 2 p. 100 du poids de la charge. Cette addition se fait en deux fois, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment : un tiers dans le convertisseur, deux tiers dans la poche de coulée.

Le déchet est élevé : il est de 20 p. 100.

L'analyse de la scorie à la fin du sursoufflage donne :

Silice	12.
Chaux et magnésie	54.
Oxydes de fer et de manganèse	11.

Digitized by Google

Acide phosphorique.	15.
Alumine, oxydes de chrôme, acide sulfurique, etc.	5.

Quant au métal, en voici la composition moyenne pour rails, comparée à celle de l'acier Bessemer acide :

	Acier Thomas et Gilchrist.	Acier Bessemer.
	—	—
Carbone	0,43.	0,40.
Silicium	traces.	0,30.
Manganèse.	0,76.	0,66.
Phosphore	0,06.	0,07.
Soufre.	0,03.	0,04.

C'est un métal peu carburé, mais fortement manganésé.

Les propriétés mécaniques des aciers de ces deux coulées sont presque identiques; cependant les aciers basiques donnent des résultats plus réguliers que les aciers acides.

	Résistance par millimètre carré.	Allongement.
	—	—
Acier Thomas-Gilchrist. . . .	72^{kg},00.	16,0 p. 100.
Acier Bessemer	73 ,20.	17,2 —

M. Delafond, ingénieur des mines, fut chargé, en 1881, de faire la réception des rails commandés au Creusot pour les chemins de fer de l'État. Une des conditions du marché portait que *l'emploi de procédés non sanctionnés par l'expérience devait être soumis à l'approbation de l'administration.* L'acier déphosphoré tombait sous le coup de cette clause. Les premières opérations avaient été faites à une température trop basse, et les rails, laminés avec des lingots excessivement souffleux, présentaient de nombreuses stries longitudinales qui amenaient, au passage des trains, une usure exceptionnelle.

Pour remédier à ces défauts on a évité de refroidir les opérations. Voici, à ce sujet, la comparaison de deux coulées, l'une chaude, l'autre froide :

Digitized by Google

		Coulée chaude.	Coulée froide.
Fonte grise prise au haut fourneau . .		6 500.	6 500.
Additions . . .	fonte froide	600.	1 600.
	scraps d'acier. . . .	400.	900.
Spiegel.		400.	480.
		7 900.	9 480.
Durée		25 minutes.	25 minutes.
Aspect de l'acier		Tranquille..	Monte dans les lingotières.

Les lingots de la coulée froide avaient une couche de soufflures de 25 millimètres d'épaisseur, tandis que ceux de la coulée chaude étaient généralement sains.

Cette expérience montre bien que les défauts reprochés aux premiers rails déphosphorés pouvaient tenir à l'allure de l'opération.

Le rapport de M. Delafond, après l'examen des résultats des analyses chimiques et des essais à la traction et au choc, conclut qu'il y a une parité presque complète entre les rails déphosphorés et les rails Bessemer.

Une certaine quantité de rails en métal déphosphoré sont actuellement en essai, et les résultats qu'ils fourniront à l'emploi pourront seuls permettre de donner une appréciation sur leur véritable valeur.

Les rails en acier déphosphoré sont toujours plus ou moins doux par le carbone; aussi la Compagnie P.-L.-M. a-t-elle imposé, dans ses cahiers des charges, une teneur minimum en carbone fixée à 0,350 p. 100; cette nouvelle clause est une entrave à la fabrication et prouve tout au moins que les compagnies françaises donnent la préférence aux rails durs, contrairement à ce qui a lieu en Angleterre et en Allemagne.

Il n'est pas facile d'avoir, au Creusot, les prix de revient de ces aciers. Il est probable cependant que les aciers déphosphorés n'y donnent pas de bien plus gros bénéfices que les aciers acides.

Le Creusot a été la première usine française organisée

Digitized by Google

pour la fabrication de l'acier Thomas-Gilchrist, en 1879. Sa position topographique lui permet d'appliquer simultanément les deux méthodes de fabrication et de traiter dans de bonnes conditions les fontes phosphoreuses ou les fontes pures.

Il emploie les minerais phosphoreux de Mozenay, qui sont sa propriété ; leur rendement n'est que de 25 p. 100, tandis que les minerais phosphoreux du Nord (*Hayange, Tritt-St-Léger* près de Longwy, etc.) donnent 40 p. 100 ; aussi n'y a-t-il au Creusot que deux convertisseurs basiques sur six.

En outre un seul haut fourneau marche pour eux, et ils ne font guère à eux deux que 10 opérations en 24 heures.

Le procédé Thomas-Gilchrist en Allemagne (1).

D'après un mémoire de M. Brauns, directeur de l'*Union de Dortmund*, on avait déjà fait, en 1882, à Hœrde 27000 tonnes d'acier et à Ruhrort 40 000 tonnes. On a commencé la fabrication à Dortmund en mai 1881. Le métal obtenu ne laisse rien à désirer et est supérieur au Bessemer pour les qualités douces. La composition de la fonte la plus convenable est :

Manganèse	1 p. 100 minimum.
Silicium	0,3 à 0,5 p. 100.
Phosphore	1,2 à 2 —

En examinant la richesse de l'empire allemand en minerais phosphoreux, l'auteur établit que l'Alsace-Lorraine possède des milliards de tonnes de minerai oolithique, et qu'il y en a également des quantités énormes dans le grand-duché de Luxembourg, soit de quoi subvenir pendant un millier d'années aux besoins des forges allemandes.

Ces minerais ont une trop faible proportion de manganèse, ce à quoi on peut remédier en leur ajoutant de la limonite manganésifère de Nassau. Le district minier de Bonn

(1) Voir *Société des ingénieurs civils*, mars 1882.

Digitized by Google

fournit près d'un millier de tonnes de minerais par an, et cette quantité peut être extraite pendant des centaines d'années sans épuiser les gisements.

Parmi les minerais phosphoreux, on peut citer les hématites rouges de la rive droite du Rhin, les carbonates de la Ruhr, les limonites du nord de l'Allemagne, les dépôts d'Ilsède qui ont 2 kilomètres de long sur 6 à 8 mètres d'épaisseur, les minerais de Sulzbach en Bavière et ceux de la Haute-Silésie.

En 1880, l'Allemagne a importé 600 000 tonnes de minerais et 270 000 tonnes de fonte brute qui pourraient être remplacées par des minerais du pays.

On voit que, à en croire M. Brauns, l'Allemagne trouverait d'immenses avantages au traitement des minerais phosphoreux, et qu'elle n'aurait pas à craindre de voir de longtemps s'épuiser ses approvisionnements.

Le procédé Thomas-Gilchrist en Europe.

En 1882, le procédé Thomas-Gilchrist était employé en Europe dans dix-huit usines, donnant la production annuelle suivante (1):

	Nombre d'usines.	Production annuelle.	
Angleterre	1	115,822	tonnes.
France	2	11,924	—
Belgique	1	25,572	—
Allemagne	9	304,958	—
Autriche	3	74,952	—
Russie	2	25,572	—
Total	18	558,800	—

Or, en 1882, la production totale d'acier dans le monde entier, par les divers procédés, a été de six millions et demi de tonnes, de sorte que les 558 000 tonnes d'acier basique entrent dans ce total pour un douzième environ.

(1) Voir *Société des ingénieurs civils*, mai 1883, et *Revue industrielle*, octobre 1883. Depuis la publication de ces articles, de nouvelles usines se sont ouvertes.

Digitized by Google

En Allemagne, l'acier basique représente 25 p. 100 de la production totale du pays.

En Autriche, l'acier basique représente 15 p. 100 de la production totale du pays.

En Russie, l'acier basique représente 8 p. 100 de la production totale du pays.

En Angleterre, l'acier basique représente 5 p. 100 de la production totale du pays.

En France, l'acier basique représente 2,5 p. 100 de la production totale du pays.

Au point de vue de la qualité de l'acier fabriqué par ce procédé, on peut citer ce fait que les aciéries de Witkowitz, en Moravie, ont récemment fourni des tôles pour chaudières de navires destinées à être soumises par le Lloyd autrichien à des essais très sévères; il est résulté des essais que ces produits ont été déclarés remplir toutes les conditions requises.

Le procédé Thomas-Gilchrist en Amérique.

Les Américains ont commencé, en mai 1883, à appliquer les procédés de déphosphoration aux aciéries de Pensylvanie, à Steelton, où l'on a transformé une ancienne installation Bessemer acide. Cette usine a utilisé le cubilot pour fritter la dolomie sous forme de briques.

Le métal fabriqué a été jugé propre à la fabrication des tôles de chaudières et a été estimé en tout point comparable aux aciers obtenus par les autres procédés.

Le minerai contenait :

Manganèse	2,5 p. 100.
Phosphore	2,5 —
Silicium	1 —

L'acier obtenu contenait :

Phosphore	0,04 p. 100.
Manganèse	0,275 —
Carbone	0,29 —

Digitized by Google

On paraît s'attendre à un développement rapide de la fabrication aux États-Unis. Nous n'avons pas de données sur le prix de revient.

Le procédé Thomas-Gilchrist à l'exposition d'Amsterdam [1].

On a pu voir à l'exposition d'Amsterdam de remarquables échantillons d'acier obtenus par le procédé Thomas-Gilchrist, échantillons provenant des usines anglaises, françaises, allemandes, belges, autrichiennes.

Les usines du Creusot ont présenté de fortes pièces d'un caractère très intéressant, parmi lesquelles des tôles d'une ductilité et d'une malléabilité très remarquables.

Les tôles ont été embouties, percées et travaillées de diverses manières pour en bien faire voir la qualité.

Le même établissement présentait des cornières à branches très inégales pliées en S, et un rail tordu en un tour complet sur $1^m,50$ de longueur.

Les aciéries allemandes de Hœrde ont envoyé une grande quantité d'échantillons de rails de diverses sections.

On a pu juger de la ténacité de l'acier dans des rails et des traverses tordus et pliés à froid, exposés par les établissements de Teplitz en Autriche.

Comme comparaison des divers degrés de dureté donnés au métal, on indique que les rails contiennent 0,35 p. 100 de carbone et les traverses 0.08 seulement ; des éprouvettes prises dans les traverses ont donné :

E = 21 à 23 kg.
R = 40 à 43 kg.
A = de 29 à 33 p. 100.

Des tubes, rabattus et pliés à froid sans le moindre indice de déchirure, ont été exposés par les aciéries de Witkowitz en Autriche.

---

[1] Voir *Société des ingénieurs civils*, juillet 1883.

Digitized by Google

La Compagnie de Widnesburg, en Angleterre, a envoyé des tubes de locomotives, des tôles, etc.

Enfin, les aciéries d'Angleur, en Belgique, exposent des fils de différentes grosseurs pour télégraphe et autres emplois; la proportion de carbone contenue dans ce métal varie de 0,12 à 0,15 p. 100.

Le procédé Harmet aux aciéries de Saint-Étienne.

M. Harmet a appliqué, aux aciéries de Saint-Étienne (usines du Marais), son procédé de transvasement, dont nous avons déjà parlé [1]; mais dans un but différent de celui que se proposent les usines de l'Est ou de l'Allemagne, installées uniquement en vue de la déphosphoration.

Au lieu de partir de fontes très impures, contenant environ 1,5 de phosphore, pour obtenir un acier analogue à celui des rails, on a choisi des fontes relativement pures renfermant 0,15 ou 0,20 de phosphore, et on s'est donné pour but de les épurer complètement, afin d'arriver ainsi à un *acier dur de premier choix.*

Voici la composition du métal obtenu dans trois coulées consécutives faites en 1884:

	CARBONE.	MANGANÈSE.	SILICIUM.	SOUFRE.	PHOSPHORE.
1re coulée. .	0,58	1,16	traces	0,04	0,01
2e — . .	1,19	0,30	0,04	0,04	0,015
3e — . .	0,70	0,57	0	0,05	0,01

Ces expériences n'ont pas été appliquées à une production réelle; on espère cependant poursuivre les essais.

M. Harmet a, du reste, cédé en 1879 les droits de son brevet à MM. Thomas et Gilchrist qui ont pris en leur nom le *monopole exclusif* de tout ce qui avait trait à la déphosphoration. Le procédé de transvasement, mis en pratique

[1] Voir *Revue d'artillerie*, mars 1885, t. XXV, p. 536.

Digitized by Google

pendant quelque temps à Witkowitz, et dont on s'était engoué à un certain moment, était presque tombé dans l'oubli.

En effet, ce procédé est surtout applicable aux fontes phosphoreuses contenant beaucoup de silicium, et permet de se débarrasser des scories dès qu'elles sont formées.

Après les premières applications du procédé Thomas et Gilchrist, on a trouvé avantageux d'opérer sur des fontes peu siliceuses mais contenant beaucoup de phosphore, et c'est à ce dernier élément qu'on demande la chaleur nécessaire à l'allure de l'opération; il est dès lors moins urgent de se débarrasser des scories avant le sursoufflage.

Ajoutons en outre que le procédé de transvasement a l'inconvénient d'être coûteux et compliqué.

Nous verrons plus loin que M. Valton propose une méthode analogue, en effectuant la combustion du silicium et du carbone dans un appareil Bessemer acide, et terminant par un transvasement dans un four à sole.

A. Aubanel,
Capitaine d'artillerie.

(*A suivre.*)

Digitized by Google

DE LA

RÉSISTANCE DES CORPS SOLIDES

(*Fin de la partie statique*) [1].

§ 49. — Étirage.

Les grands produits de l'industrie métallurgique sont les barres, les rails, les tôles et les tubes de dimensions et de profils divers ; c'est-à-dire des pièces ayant au moins une dimension, la longueur, incomparablement plus grande que les autres. Les lingots coulés ont souvent, au contraire, la forme de blocs ayant des dimensions comparables en tous sens. Au point de vue morphologique, le travail mécanique consiste donc à produire une grande dilatation dans une direction et une réduction correspondante de la section dans la direction perpendiculaire ; c'est cette transformation qui porte le nom d'*étirage* en barre ou en tôle. Elle s'obtient au moyen de pressions transversales, exercées successivement sur les différentes parties de la pièce et cela soit à coups de marteau, soit par le passage au laminoir ou à la filière. Mais, dans tous les cas, ce qui distingue l'étirage de la compression, telle que nous l'avons décrite (ch. VI), c'est la succession des efforts, nécessitée par la grosseur des pièces à transformer et la faiblesse relative des moyens industriels.

Les déformations qui seraient produites par une compression exercée à la fois sur toute la superficie d'une des faces (A, fig. 111) différeraient très notablement de celles qui résultent de l'étirage industriel (B). Grâce à la succession des zones d'application des efforts, on arrive à une certaine régularité qu'on n'obtiendrait pas autrement. Toutes les sections droites, pourvu qu'elles soient suffisamment

(1) Voir *Revue d'artillerie*, février 1885, t. XXV, p. 398.

Digitized by Google

éloignées des extrémités, passent par les mêmes conditions. Pratiquement, dans une pièce de forge *parée*, c'est-à-dire dont on a fait *tomber* les bouts (*chutes*), toutes les transformées des sections droites ont sensiblement la même forme ; toute droite primitivement parallèle aux arêtes ou génératrices de la pièce restera droite et conservera cette direction.

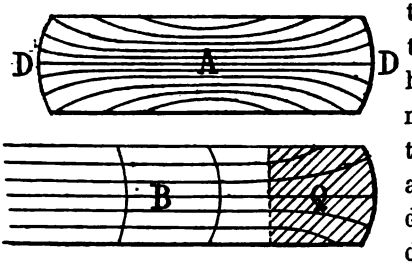


Fig. 111.

Aussi, dans une pièce étirée et parée, tout prisme compris entre la surface latérale et deux plans perpendiculaires à la longueur et équidistants, aura des propriétés indépendantes de sa position, de sa distance aux extrémités.

En d'autres termes, si l'on rapportait la pièce à trois axes de coordonnées, l'axe des abcisses étant parallèle à la longueur, on pourrait dire que les propriétés du métal, considérées en un certain point, sont indépendantes de son abcisse longitudinale.

Mais cette régularité ne s'obtient pas sans inconvénients. En effet, tandis que, dans la compression totale d'un prisme (A, fig. 111), les déformations croissent constamment dans le même sens, il arrive, dans l'étirage, que certaines sections droites tournent leur convexité, d'abord dans une direction *ab* (fig. 112), et ensuite dans une autre *cd*.

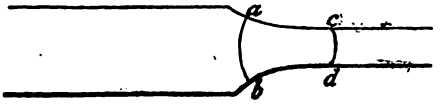


Fig. 112.

Ces déformations, alternativement produites dans un sens et dans l'autre, peuvent être quelquefois très grandes ; c'est ce qui arrive dans le martelage. Dans la tréfilerie et le laminage, elles sont bien plus faibles, mais elles se reproduisent à chaque passe, et par suite un grand nombre

Digitized by Google

de fois. Elles peuvent donc, dans tous les cas, donner naissance à un certain *énervement* et occasionner des ruptures prématurées avec cassures irrégulières ([1]).

Quoi qu'il en soit, les imperfections causées par la succession des efforts sur les différentes parties d'une même face sont bien moins à redouter que les effets de la succession des pressions sur deux faces voisines.

Il n'y a pas un ouvrier, pas un ingénieur métallurgiste qui ne connaisse les dangers du *contre-forgeage*, c'est-à-dire des pressions longitudinales exercées sur une pièce forgée ou ayant subi de fortes pressions transversales. D'un autre côté, tous prétendent qu'on ne forge jamais trop, et que, plus une pièce est forgée, meilleure elle est. Et ils le prouvent. Ils soumettent un lopin de fer ou d'acier à un forgeage des plus énergiques, aussi énergique que le désire leur contradicteur, et fabriquent ainsi une éprouvette qui manifeste, en effet, aux essais de traction ou de flexion, des propriétés remarquables. Qu'ont-ils démontré? Que toute barre destinée à supporter des efforts de traction longitudinale ou de flexion transversale est d'autant plus élastique, d'autant plus résistante, qu'elle a été plus forgée. Mais une pièce de forge n'est pas nécessairement destinée à cet emploi; les canons, par exemple, sont appelés à supporter des pressions intérieures qui développent dans leur paroi des forces élastiques toutes différentes des tensions et compressions longitudinales qui accompagnent les essais directs de traction et de flexion. Un prisme forgé transversalement résisterait très mal à des pressions longitudinales qui produiraient le même effet qu'un contre-forgeage.

Pour rechercher les propriétés générales des pièces de forge, il ne suffit donc pas de marteler à coups redoublés un lopin d'acier et de confectionner ainsi une barrette se

([1]) On peut étudier expérimentalement les déformations en passant à la filière une barre sectionnée suivant des plans diamétraux. Au moyen de repères tracés sur les surfaces de joints, on observera les transformations des sections droites dans la partie en prise avec la filière.

Digitized by Google

prêtant à l'essai direct et immédiat de traction longitudinale; il faut opérer sur un lingot assez gros pour qu'on puisse extraire de la pièce finie de forge des éprouvettes dans diverses directions et particulièrement dans le sens de l'épaisseur.

Alors on verra, si le forgeage a été assez énergique, la qualité, c'est-à-dire la limite d'élasticité, la résistance, les déformations et les cassures, varier beaucoup avec l'orientation de l'éprouvette; et on pourra s'assurer qu'au point de vue des essais de traction transversale, on n'obtient pas de bons résultats en forgeant outre mesure.

Tandis que les cassures des *éprouvettes en long* sont très régulières et quasi-géométriques, celles des *éprouvettes en travers* ont des formes mal définies, ne rappelant quelquefois que peu ou même pas du tout les cassures normales, et présentant des *défauts,* soit dans l'ensemble, soit dans des zones particulières. Souvent, ce sont des lignes ternes transversales, toutes parallèles, qui donnent à la cassure l'aspect de bois pourri rompu dans le sens de ses fibres. A la forge on appelle cela *nerf en travers,* dénomination qui, d'ailleurs, ne renseigne en aucune façon sur l'origine ou la gravité de ces défauts.

D'autres fois, il n'existe qu'une seule ligne, ou plutôt qu'un seul ruban brillant; c'est une *paille,* disent les ouvriers et par suite les patrons. Il y a déjà longtemps qu'on a fait ces remarques, surtout depuis qu'on fabrique des canons d'acier; car, pour le dire en passant, les exigences de l'artillerie moderne ont amené d'immenses progrès dans l'art de la sidérurgie. Nous avons eu l'occasion d'observer des milliers de cassures parmi lesquelles un grand nombre présentaient les genres de défauts dont nous venons de parler. Voici dans quelles circonstances nous avons découvert que tous ces défauts, malgré l'irrégularité de leur aspect général, étaient des surfaces parallèles à l'axe longitudinal de la pièce de forge.

Pour essayer les tubes destinés à la fabrication des ca-

Digitized by Google

nons, on découpe, aux extrémités, des rondelles, et dans ces rondelles, suivant des cordes, des éprouvettes transversales de traction, comme l'indique la figure 113. Lors-

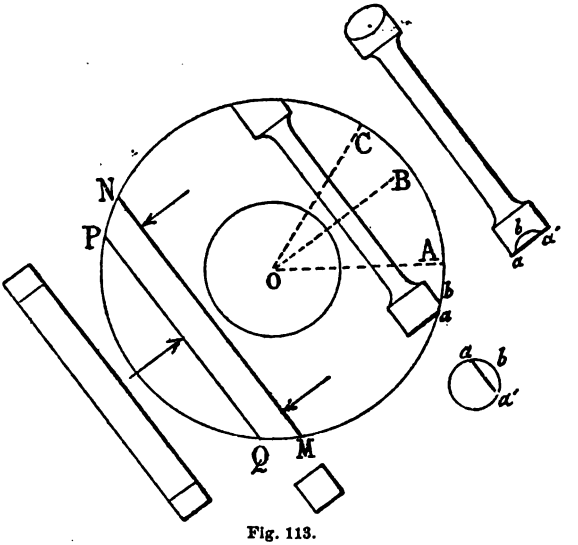


Fig. 113.

que le tube n'est pas très gros, l'éprouvette traverse la rondelle de part en part, et les têtes, qui se trouvent limitées par la surface latérale, sont taillées en biseau ou présentent au moins un petit plan *ab* incliné sur l'axe de l'éprouvette. Ce petit plan est très précieux ; lui seul rappelle dans l'éprouvette la surface du tube ; son arête d'intersection *aa'* avec le plan de la base de la tête est parallèle à l'axe de la pièce.

C'est l'existence fortuite de ce *témoin* qui nous a fait constater le parallélisme constant des défauts avec la direction de l'étirage.

Il nous a été facile ensuite de voir que ces défauts se trouvaient dans les plans diamétraux de la pièce de forge ; et cela, en sectionnant longitudinalement l'éprouvette brisée, pour l'appliquer dans sa position primitive sur une feuille de papier représentant en grandeur la rondelle

Digitized by Google

d'essai. Certainement cette juxtaposition ne peut se faire exactement à cause des déformations subies par l'éprouvette avant la rupture ; mais il n'en reste pas moins constant que toutes les *pailles* et autres cassures irrégulières du même genre sont situées dans des plans très voisins des plans diamétraux.

S'il est assez facile de conserver sur les éprouvettes la direction principale de la pièce finie de forge, au moyen de lignes tracées sur les bases des têtes, ou du petit plan incliné dont nous avons parlé, il en est tout autrement de la forme primitive du lingot et des formes successives de sa transformation. Il n'en reste pas traces, en général, sur les pièces cylindriques qui proviennent, au moins dans les usines françaises, de lingots polyédriques à quatre, six ou huit pans ; et tout ce que l'on peut dire alors des défauts, c'est qu'ils sont dans des plans diamétraux. Dans une pièce de forge carrée, on peut préciser davantage et voir que les défauts se trouvent toujours au voisinage des plans diagonaux. Il est, du reste, très facile de s'en convaincre ; il suffit pour cela de marteler à froid un prisme carré d'acier, en frappant alternativement sur ses différentes faces. On arrivera rapidement à la rupture, surtout si l'on empêche le métal de s'échauffer trop sous les chocs répétés du marteau ; et l'on observera des cassures longitudinales passant par les arêtes du prisme.

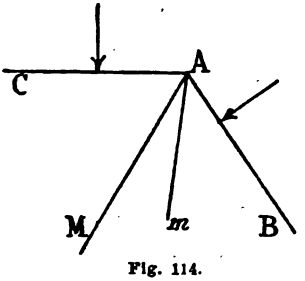


Fig. 114.

Ces défauts proviennent évidemment du genre *d'énervement* dont nous avons parlé au § 16 (¹) et qui est produit par les pressions appliquées successivement sur les faces AB et AC (fig. 114). Ces pressions donnent naissance à des glissements alternativement dans les sens A*m* et *m*A, et à des forces élasti-

(¹) Voir *Revue d'artillerie*, juin 1883, t. XXII, p. 216.

Digitized by Google

ques ayant pour composantes, une pression normale et une force tangentielle dirigée, comme les glissements, alternativement dans un sens et dans le sens opposé. Ce développement n'est pas identique à celui qui accompagne l'énervement du fil métallique qu'on fléchit alternativement dans un sens et dans l'autre pour arriver à le rompre, et qui se compose de pressions et tractions appliquées successivement aux mêmes éléments ; mais ses effets n'en sont pas moins funestes.

S'il n'y a pas toujours de cassures produites, il y a, dans toute pièce forgée trop froide ou avec trop d'énergie, des zones dans lesquelles la résistance est notablement diminuée ; et c'est évidemment dans le voisinage de l'arête et du plan bissecteur AM des angles du prisme que l'énervement produira ses plus mauvais effets.

Les éprouvettes transversales de traction traversent ces zones et de là proviennent les particularités qu'elles présentent, particulièrement l'irrégularité des cassures. Les défauts occuperont dans l'éprouvette des positions très différentes, auront une inclinaison très variable sur son axe, suivant la position de l'éprouvette elle-même relativement aux plans diagonaux OA, OB, OC (fig. 113), plans qui ne laissent souvent aucune trace sur les rondelles.

On remarque cependant quelquefois, à la surface des pièces cylindriques, des lignes (*veines sombres*) qui rappellent plus ou moins exactement les arêtes du prisme primitif ; et lorsqu'on cherche à les enlever en burinant dans le sens de la longueur, on détache des copeaux qui sont souvent fendus suivant les plans diamétraux ; mais, en général, les fentes ont peu de profondeur.

Quant à la multiplicité de ces veines superficielles et des lignes qu'on observe dans la cassure des éprouvettes de traction, il suffit, pour l'expliquer, de rappeler que, dans le forgeage, l'arête change de position sur la pièce, surtout à cause du plissement qui se produit à chaque coup, et que le siège de l'énervement n'est pas limité à

Digitized by Google

un plan géométrique, mais s'étend dans une zone qui, d'ailleurs, s'écarte peu des plans diagonaux du lingot ou de la pièce finie.

Les défauts se rencontrent bien plus rarement dans les essais de flexion que dans les essais de traction. Les éprouvettes de flexion ont la forme d'un prisme carré MNPQ (fig. 113); elles sont découpées dans les rondelles cylindriques comme l'indique la figure.

Dans cette flexion, la zone des grandes déformations est très limitée et ne s'écarte guère du plan de symétrie perpendiculaire à la longueur; si les plans d'énervement ne se trouvent pas dans cette zone, les défauts n'apparaissent pas. Il faut ensuite remarquer que les éprouvettes sont fléchies, avec raison, dans les essais de canon, de dehors en dedans, c'est-à-dire de façon que la face intérieure MN devienne convexe; et l'on en conclura que, dans cette épreuve, les parties véritablement essayées se trouvent toujours éloignées de la surface extérieure de la pièce, et sont, par suite, généralement en dehors de la zone de l'énervement.

En règle générale, l'énervement diamétral sera d'autant plus faible que les angles dièdres seront plus obtus; il sera plus fort dans le prisme carré que dans les prismes à six ou huit pans, et n'existera probablement pas d'une manière sensible dans les pièces provenant de lingots ronds, forgés sur une enclume en V, comme cela se pratique dans beaucoup d'usines étrangères. Tout en faisant remarquer les avantages de ce mode d'étirage, nous n'avons nullement l'intention de la préconiser à l'exclusion des autres procédés; nous traitons les questions abstraitement, nous envisageons les choses à un seul point de vue qui n'est peut-être pas toujours le plus important en pratique. Ainsi, nous ne tenons ici aucun compte des difficultés qu'on éprouve dans les aciéries à couler de gros lingots ronds, des *tapures* qui se produisent pendant la solidification de ces lingots, défauts qui sont peut-être bien

Digitized by Google

autrement dangereux et profonds que ceux qui naissent de l'énervement, et qui, après tout, sont plutôt superficiels que profonds et occupent une zone généralement peu dangereuse, au moins dans la construction actuelle des canons frettés.

L'énervement diamétral ne se produit pas dans le passage à la filière et au laminoir ; les pressions auxquelles sont soumises les différentes faces étant exercées *simultanément*. Mais ces genres d'étirages, s'ils sont plus réguliers, sont aussi bien moins puissants que le martelage, et pour obtenir une grande réduction de section, il faut un nombre considérable de passes et de recuits.

Nous avons déjà dit que les pressions extérieures étaient inclinées sur la normale du côté de la sortie dans le passage à la filière, et du côté de l'entrée dans le laminage ; de telle sorte que les forces tangentielles, qui produisent le mouvement dans l'un des cas, sont, au contraire, dans l'autre, opposées au passage.

La barre tréfilée est soumise à l'action d'une traction longitudinale ; la filière réagit, et le passage a lieu lorsque cette force est supérieure à la somme des projections, sur sa direction, des pressions obliques exercées à la surface de la barre. Sous l'action de la traction longitudinale et des pressions transversales, il y a dilatation longitudinale du disque élémentaire DCD'C' (fig. 115) et par suite *passage*.

On peut en dire autant d'une couche quelconque MNM'N' ; seulement la traction moyenne exercée sur les diverses sections MN, diminue de la sortie CD à l'entrée AB et très rapidement pour plusieurs raisons. D'abord, la superficie des sections MN croît de CD en AB, et d'autant plus que l'inclinaison du profil CA sur l'axe est plus grande ; ensuite, la section MN n'est soumise qu'à la traction extérieure diminuée de la somme des projections

Digitized by Google

des pressions obliques exercées sur MCND. Cela conduit, pour obtenir un bon fonctionnement, à donner à la filière une faible épaisseur et une inclinaison toujours très petite et variable : nulle à la sortie et croissante jusqu'à l'entrée, c'est-à-dire un profil convexe vers l'axe et tangent en C à la parallèle à l'axe. Dans ces conditions, la *passe*, AB — CD sera toujours faible et il faudra faire un grand nombre

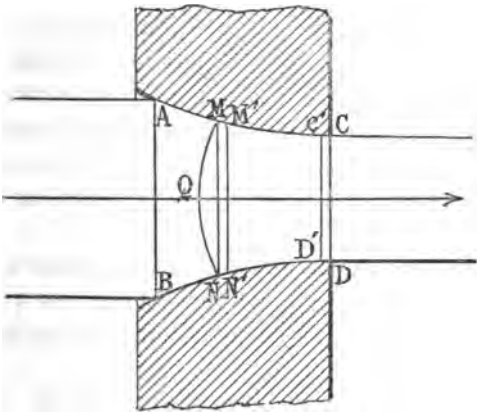


Fig. 115.

de passes pour arriver à un étirage considérable ; mais cela est absolument indispensable. Si la passe est trop forte ou le profil trop raide, la zone voisine de la grande base AB de la filière ne serait soumise qu'à une traction trop faible ou nulle, et le passage serait impossible (fig. 115).

En un point quelconque de la partie en prise avec le laminoir ou la filière, il y a généralement trois forces principales, l'une longitudinale *a*, c'est-à-dire peu inclinée sur l'axe OZ, les deux autres, *b* et *c*, transversales.

Considérons, pour plus de clarté, une filière de révolution : tout plan diamétral est un plan de symétrie sollicité en tous ses points par une force normale *c*; les deux autres forces principales *a* et *b* sont, au contraire, situées dans ce plan diamétral. Sur l'axe, il y a des pressions transversa-

Digitized by Google

les dans toutes les directions perpendiculaires à l'axe, les forces *b* et *c* sont deux pressions égales. La surface extérieure AC ayant toujours une très faible inclinaison sur l'axe, et étant en tous ses points soumise à l'action de pressions transversales plus ou moins obliques, nous admettrons, sans pouvoir actuellement le démontrer, que les deux forces principales transversales *b* et *c* sont en tous les points des pressions. Quant à la force longitudinale *a*, son signe peut varier avec la position du point considéré dans la section MN et avec la position de cette section. La surface de niveau MQN, par exemple, sera sollicitée normalement par des tensions dans la zone superficielle et par des pressions au voisinage de l'axe, ou inversement ; mais, en tous cas, la somme des projections sur l'axe de toutes ces forces doit être une tension.

Nous ne pouvons préciser davantage et nous nous contenterons de donner quelques renseignements qui auront au moins pour résultat, à défaut de solution, de faire comprendre nettement la question.

Soit AB (fig. 116) un élément du profil de la filière ou du laminoir ; les trois plans principaux, au voisinage de

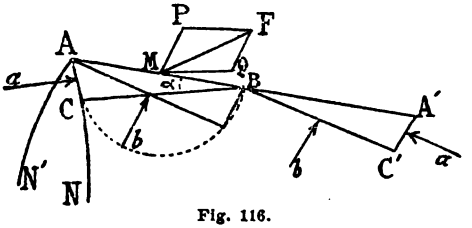


Fig. 116.

cet élément, sont : le plan de symétrie ABC, sollicité par la pression *c*, et les deux plans rectangulaires AC et BC, soumis, le premier AC à l'action de la force longitudinale *a*, et le second BC à celle de la pression transversale *b*.

Le prisme droit élémentaire ayant pour base ABC étant en équilibre, il faut que la réaction oblique FM de la filière équilibre les forces appliquées aux faces AC et BC, que

Digitized by Google

MF soit la résultante de deux forces QM et PM égales et opposées à $a \times AC$ et $b \times BC$. La *force élastique* qui agit sur l'élément AB, c'est-à-dire la force FM, rapportée à l'unité de superficie, a donc pour composantes, dans les directions QM et PM :

$$\frac{PM}{AB} = \frac{a \times AC}{AB} = a \sin \alpha, \qquad \frac{QM}{AB} = \frac{b + BC}{AB} = b \cos \alpha,$$

Il serait facile de déterminer les composantes normale et tangentielle de cette force élastique ; cette dernière seule nous intéresse ; elle a pour valeur :

$$T = b \cos \alpha \sin \alpha - a \sin \alpha \cos \alpha = \frac{b - a}{2} \sin 2\alpha ;$$

a étant une pression longitudinale, et $\alpha < 90°$, ou $\sin 2\alpha > 0$, T est positif, c'est-à-dire dirigé de A vers B (laminage), lorsque la pression transversale b est supérieure à la pression longitudinale a, $b > a$; et inversement (tréfilerie), lorsque $b < a$. La surface de niveau transversale tournera, généralement, dans ce cas, sa convexité vers la sortie ; au contraire, elle sera convexe du côté de l'entrée lorsque α sera supérieur à 90° ; alors $\sin 2\alpha$ sera négatif, les éléments BC′ et A′C′ auront les directions indiquées par la figure 116 et la composante tangentielle sera dirigée de A vers B (laminage) pour $b < a$, et inversement de B vers A (tréfilerie) pour $b > a$.

Si la force longitudinale a est une tension :

$$T = \frac{b + a}{2} \sin 2\alpha ;$$

la direction de la composante tangentielle T est indépendante de la grandeur de a et ne dépend que du signe de $\sin 2\alpha$. Dans le laminage, la surface de niveau transversale sera représentée par AN, tandis que dans la barre tréfilée elle aura la forme AN′.

Il faut toujours qu'il y ait tension en quelque zone des sections droites ; lors donc que la force a sera une pression à l'extérieur, il y aura nécessairement tension à l'in-

Digitized by Google

térieur. Il pourra d'ailleurs y avoir tension en tous les points de la section, ou tension à l'extérieur et pression à l'intérieur.

Il nous est impossible de préciser davantage, au sujet de cette force longitudinale qui est en général beaucoup plus faible que les pressions transversales auxquelles sont dues, pour la plus grande part, les déformations qui se produisent dans les divers modes d'étirage.

Dans le laminage en tôle, la pression est exercée seulement sur deux faces, toujours sur les mêmes faces et à la fois dans toute la largeur. Les déformations ainsi produites sont intermédiaires entre celles du laminage en barres et celles d'un prisme simplement comprimé sur toute la superficie de sa base ; les sections droites déformées seront représentées en coupe longitudinale par la figure (111 — B) et en coupe transversale par la figure (111 — A). Il faudra *parer,* non seulement les bouts C, mais encore tous les bords D, dans lesquels ont été développées de grandes tensions souvent accompagnées de rupture. On a constaté empiriquement que la résistance de la tôle était différente, suivant que les lanières d'épreuve étaient découpées en long ou en travers, dans le sens du laminage ou dans la direction perpendiculaire. Faisons remarquer, à ce sujet, que le *travers* de la tôle ne correspond pas au travers des autres pièces de forge. Dans les barres, les rails, les canons, il n'y a guère à considérer que deux directions principales, la longitudinale et la transversale ; dans la tôle, il y a toujours trois dimensions bien distinctes, la longueur ou direction du laminage, la largeur et l'épaisseur, généralement très petite relativement aux deux autres.

Nous avons suffisamment montré les différences principales qui existent entre le martelage et l'étirage au laminoir ou à la filière ; il nous reste cependant à signaler une erreur grossière et pourtant assez répandue. Voici en quoi

Digitized by Google

elle consiste : Certains métallurgistes prétendent que l'effet du laminoir est purement superficiel, tandis que celui du pilon intéresse les couches les plus profondes. On se demande quel crédit on peut accorder à une telle opinion ; nous l'avons pourtant entendu soutenir plus d'une fois, et par des gens qui passent pour fort compétents en la matière. Il est vrai qu'ils se contentent d'affirmer magistralement sans appuyer leur dire d'aucune considération positive. Un prisme compris entre deux sections droites primitives est finalement transformé en un autre prisme, et il faut bien que les déformations, que les allongements et par suite les contractions soient aussi considérables au centre qu'à la périphérie (ce qui ne veut pas dire que le développement des forces élastiques soit le même en tous les points). C'est dans le martelage que les effets sont superficiels, lorsque le marteau est trop petit relativement à la pièce de forge et qu'on cherche à remplacer la masse par la vitesse. On le voit bien à l'extrémité, dont le *cœur* rentre au lieu de faire un ventre comme il arrive dans les compressions statiques et aussi sous le choc des marteaux suffisamment lourds. Nous aurons l'occasion de revenir sur cette question dynamique.

On regarde actuellement les gigantesques pilons à vapeur comme indispensables à la fabrication des canons, plaques de blindage, gros arbres de transmission et autres productions de l'industrie moderne. Arrivera-t-on à supprimer l'emploi du pilon ou à le remplacer dans certains cas par des trempes et des recuits plus ou moins nombreux donnés à des pièces coulées très près de leur forme définitive et comprimées à l'état liquide? Ce procédé, qui a au moins l'avantage de chasser une grande partie des gaz dissous, promet beaucoup ; il permettra probablement de remplacer l'énergique forgeage par quelques passes de laminoir. Nous ne savons ce que l'avenir réserve ; l'évolution de la sidérurgie n'est pas terminée et le marteau-

Digitized by Google

pilon n'est pas, plus que tout autre procédé, le dernier mot de l'art qui n'est pas près de s'immobiliser.

Quelques lecteurs s'étonneront peut-être de ne pas trouver dans ces questions le genre de précision qu'ils recherchent. Qu'ils n'oublient pas que nous n'avons plus affaire, ici, à des expériences instituées dans des conditions spéciales de simplicité, mais à des phénomènes qui sont produits indépendamment de nous, et que nous sommes bien forcés de prendre tels qu'ils existent pratiquement ; qu'ils veuillent bien regarder, dans une forge, le martelage d'un gros lingot (fig. 117), et ils reconnaîtront qu'il y a quelque

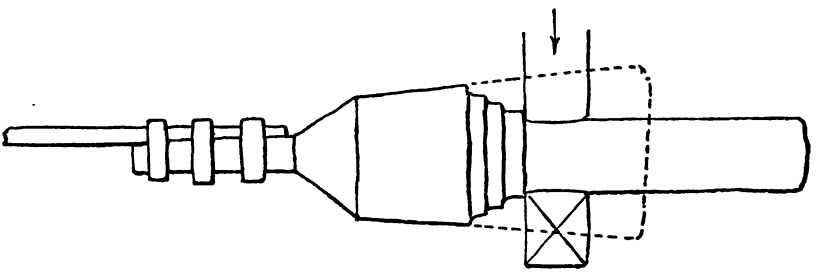


Fig. 117.

courage à introduire des considérations théoriques dans des questions aussi irrégulièrement compliquées.

§ 50. — Pièces de grande résistance.

Nous avons assez insisté sur la différence qui existe entre la résistance totale et la résistance à la traction proprement dite pour n'y plus revenir [§ 24 (¹)]. Nous avons toujours considéré la résistance comme invariable, sauf dans le cas de l'*énervement* qui peut amener une *diminution* de résistance plus ou moins sensible. La résistance dépend de la composition chimique, et peut-être de certains traitements calorifiques. Peut-elle être *augmentée* par un travail purement mécanique ? Nous ne pensons pas qu'il

(¹) Voir *Revue d'artillerie*, novembre 1883, t. XXIII, p. 115.

Digitized by Google

soit nécessaire de l'admettre pour expliquer les variations de résistance des barres métalliques.

Au point de vue pratique, la résistance totale des pièces est seule à considérer; seule elle intéresse le constructeur; en ce qui concerne cette question, le but de l'industrie est donc de fabriquer des barres, tôles et fils les plus résistants possible.

Nous savons combien varie la ténacité des barres de métal *doux* avec les formes et les dimensions de l'éprouvette; en empêchant, par une forme appropriée, la production des grandes déformations, du fuseau, de la striction, on augmente considérablement la charge de rupture; de 60 à 80 kg., par exemple, pour certains aciers. Ces variations de formes n'ont aucune influence sur la résistance des matières *raides*. Il résulte de là que l'échelle de résistance varie beaucoup avec la forme des éprouvettes qui servent à son établissement; avec des éprouvettes très courtes, tel acier doux se trouvera très supérieur à un acier raide, qui lui serait au contraire inférieur dans une classification établie avec des éprouvettes longues.

L'état de douceur ou de raideur peut provenir de la *composition chimique* de la matière et de l'*état physique ou mécanique*. Il importe de distinguer, dans la composition chimique, la composition totale de la véritable composition élémentaire, l'état isolé ou dissous du charbon dans les fontes, par exemple. L'état physique varie avec le traitement *mécanique* ou *calorifique*, qui ne change pas la composition chimique, au moins la composition quantitative totale. Nous n'entrerons pas ici dans le développement des idées actuelles sur les opérations calorifiques; en dehors des modes de *coulées en terre ou en lingotière*, les principaux sont la *trempe* et le *recuit*, refroidissement brusque ou lent après échauffement lent; l'un augmente en général la raideur, l'autre la diminue.

La raideur varie aussi beaucoup avec les traitements purement mécaniques.

Digitized by Google

Un métal déformé d'une façon permanente est toujours raidi dans le sens même des déformations antérieures. Une barre allongée longitudinalement est d'autant plus raide qu'elle est plus allongée, sa limite d'élasticité est de plus en plus élevée et les déformations restantes sont de plus en plus diminuées à mesure qu'on l'allonge. Il en est de même d'une barre soumise à l'action des pressions transversales, qui est d'autant plus *écrouie,* raidie longitudinalement, qu'elle a subi un étirage plus considérable, soit sous le marteau, soit au laminoir ou à la filière. Nous avons montré [§ 15 (1)] qu'au point de vue de la limite d'élasticité de traction longitudinale, l'effet de pressions transversales simultanées ou successives, dont la plus petite est égale à $\mathcal{B}$, est le même que celui d'une traction longitudinale $\mathcal{A} = h.\mathcal{B}$, le coefficient h étant égal au rapport des limites naturelles de traction et de compression simples $h = \frac{\mathcal{L}}{\mathcal{P}}$, soit pour les métaux $h = 0,7$. L'effet d'une traction longitudinale $\mathcal{A}_1$ accompagnée de pressions transversales $\mathcal{B}$ est identique à celui d'une seule traction $\mathcal{A} = \mathcal{A}_1 + h\mathcal{B}$, le raidissement maximum est produit, soit par une traction longitudinale égale à la résistance à la simple traction ($\mathcal{A} = \mathrm{L}$), soit par des pressions transversales égales à la résistance à la simple compression

$$\mathcal{B} = \frac{\mathcal{A}}{h} = \frac{\mathrm{L}}{h} = \mathrm{P}.$$

La résistance d'une barre sera très différente suivant qu'on la rapportera à la section primitive ou à la section finale ; à ce point de vue pratique, l'étirage augmente beaucoup la résistance, en réduisant la section primitive qui se contractera d'autant moins qu'elle aura subi déjà une plus grande réduction. A égalité de matière, une barre sera d'autant plus résistante à la traction longitudinale qu'elle sera plus raide ; à la flexion transversale elle sera

(1) Voir *Revue d'artillerie,* juin 1883, t. XXII, p. 212.

Digitized by Google

aussi plus raide, mais elle pourra bien être moins résistante.

Tout ce que nous avons dit sur ce sujet ne suffirait pourtant pas à expliquer la résistance remarquable de certains fils d'acier (200 kil. par millimètre carré, double de la résistance des barres d'acier ordinaire) jointe à une certaine douceur.

Nous avons vu que, dans le fuseau des éprouvettes douces de traction [§ 24 (1)], il y avait des forces élastiques développées dans toutes les directions ; le noyau est alors soumis à des tensions en tous sens et sa résistance est de ce fait considérablement accrue ; il est vrai que, dans la couche superficielle, la tension longitudinale est accompagnée de pressions transversales, ce qui abaisse la résistance. Quoi qu'il en soit, la résistance rapportée à la section du cercle de gorge est notablement plus grande que la résistance à la simple traction. Voici, par exemple, un acier doux qui, essayé en éprouvettes très courtes, donnait 80 kil. de résistance ; en éprouvette longue, il supportait une charge maximum de 68 kil. et se rompait après formation du fuseau sous un effort de 63 kil., rapporté à la section primitive ; ce qui correspond à environ 112 kil. relativement à la section finale, la réduction de diamètre ayant été de 25 p. 100.

Dans l'étirage à la filière, les forces élastiques développées en divers sens, ne sont pas plus uniformément réparties que dans le fuseau des éprouvettes de traction. Après le passage, il y a *détente ;* mais toutes ces forces ne pouvant s'évanouir à la fois, il reste, aux différents points, des tensions et des pressions que le recuit ne fera jamais disparaître complètement ; à ce point de vue, une pièce travaillée est comparable à une pièce trempée.

Lorsqu'on soumettra à une simple traction longitudinale une barre ou un fil étiré, la tension ne sera pas uniformé-

(1) Voir *Revue d'artillerie*, novembre 1888, t. XXIII, p. 115.

Digitized by Google

ment répartie sur les sections droites et sera accompagnée de tensions et de pressions transversales qui auront une grande influence sur la résistance totale.

Malgré tout, il faut, pour atteindre l'énorme résistance de 200 kil. par millimètre carré de la section primitive, un acier spécial ayant subi un traitement particulier.

On n'est pas encore parvenu, en France, à fabriquer de semblables fils.

Nous avons eu dans les mains une corde de piano, de la maison Pleyel, ayant un millimètre de diamètre, qui pouvait supporter sans déformations permanentes une charge de 150 kil. C'est avec de pareils fils que le capitaine Schultz frettait ses canons. Leur teneur en carbone est très élevée, 0,8 p. 100 ; c'est beaucoup plus que nos aciers doux français ; bien des aciers à ressorts et à outils n'en contiennent pas davantage.

§ 51. — Essais mécaniques.

Une pièce métallique fondue et étirée n'est pas absolument homogène. Comme composition chimique et densité, il y a homogénéité presque absolue ; mais il en est tout autrement en ce qui concerne les diverses qualités, résistance élastique et à la rupture, déformations extrêmes, formes de cassures. S'il n'y a pas homogénéité, il y a *continuité,* et c'est ce qui distingue profondément les pièces provenant de lingots coulés, de celles qui résultent du soudage de *paquets*. Ces métaux *corroyés* ont des surfaces de faible résistance qu'il ne faut pas confondre avec les plans de résistance minimum des métaux fondus.

Si l'on considère, en un point d'une pièce coulée et forgée, une *qualité,* c'est-à-dire une propriété particulière, la résistance à la traction longitudinale, par exemple, cette qualité variera généralement avec la direction ; si l'on porte sur un rayon, passant au point considéré, une longueur réprésentative de la qualité correspondant à sa direction, la surface qui réunira les extrémités de ces rayons

Digitized by Google

différera plus ou moins d'une sphère qui représenterait l'homogénéité absolue, mais elle sera *continue*. Au contraire, dans les fers et aciers puddlés, la surface représentative de la résistance aura des *points singuliers*, correspondant aux surfaces des *mises*, analogues aux *fibres* du bois et aux *clivages* des matières cristallisées.

Il faudra tenir grand compte de ces faits, dans la détermination de la position des éprouvettes, aussi bien pour les essais industriels de fabrication et de réception que pour les expériences de comparaison scientifique. Pour celles-ci, il faudra chercher les pièces qui se rapprochent le plus de l'homogénéité parfaite, ou qui possèdent au moins une homogénéité relative qu'on trouve heureusement dans la plupart des pièces de forge sortant actuellement de nos grandes usines. Dans les gros canons d'acier, les propriétés varient bien généralement avec l'orientation de l'éprouvette et la distance à l'axe; mais les éprouvettes également éloignées de l'axe et également inclinées sur lui ont les mêmes propriétés. Avant d'entreprendre des expériences comparatives, par exemple entre des épreuves de traction et de torsion, il importe de s'assurer de l'existence de ce genre d'homogénéité.

Dans les essais industriels, il y a lieu de considérer seulement deux directions, rarement trois (plaques de blindage); si l'on ne fait pas à la fois des essais en long et des essais en travers, il faut choisir le sens qui convient le mieux d'après l'*emploi* auquel la pièce est destinée.

L'*essai direct* semble le meilleur; mais il présente souvent de grands inconvénients, quand il n'est pas tout à fait impraticable. Lorsqu'on le pousse un peu loin, on détruit la pièce qu'on éprouve, ou au moins on affaiblit ses qualités; cet essai direct, très coûteux, ne peut ainsi être fait que sur un petit nombre des objets, et l'on n'emploiera le plus souvent que ceux qui n'ont pas été éprouvés.

En général, on soumettra les divers matériaux à des essais convenablement déterminés, et, lorsque cela sera

Digitized by Google

possible, on *éprouvera* la construction en la plaçant dans un ensemble de circonstances représentant, sans trop s'en écarter, l'emploi auquel elle est destinée.

Les essais de matériaux devront eux-mêmes se rapprocher autant que possible du travail qu'ils sont appelés à supporter. Ainsi, on essayera à la flexion, non seulement les poutres et les rails, mais encore les éprouvettes découpées dans leur corps. Les frettes sont soumises à l'essai direct, et les barres de métal qui servent à leur fabrication fournissent des éprouvettes de traction. Pour les canons, l'essai qui se rapproche le plus de l'essai direct, consiste à dilater des rondelles au moyen d'un coin conique ; mais il présente de sérieuses difficultés dès que les rondelles ont des dimensions un peu grandes.

Nous avons déjà dit bien des fois que le développement de forces élastiques dans la torsion d'un cylindre de révolution était le même que celui qui accompagne la dilatation d'un cylindre creux sous l'action d'une pression intérieure. L'essai de torsion semble donc tout indiqué pour les métaux à canons comme se rapprochant le plus de l'essai direct. En y regardant d'un peu plus près, on s'aperçoit que l'essai de torsion n'est pas aussi parfait qu'on se l'imagine au premier abord ; et nous allons montrer que l'essai de traction, tel qu'on le pratique aujourd'hui, est préférable.

Pour que les éléments situés dans les plans diamétraux soient, dans la torsion, soumis à une tension normale, comme ils le sont pendant le tir, il faut que l'axe de l'éprouvette soit incliné à 45° sur ces plans. Cela n'arrivera qu'en un point, et en un point nécessairement éloigné de la surface de l'âme, comme on peut s'en convaincre en jetant les yeux sur la figure 118. En ce point même, les déformations et les phénomènes connexes ne sont pas identiques dans l'éprouvette de torsion et dans le canon. Dans le canon, les plans diamétraux, fixes dans le corps, sont constamment soumis à une tension normale ; tandis

Digitized by Google

que, dans la torsion, les éléments sollicités normalement varient à chaque instant.

Dans l'éprouvette de traction longitudinale, les sections droites sont aussi plus au moins inclinées sur les

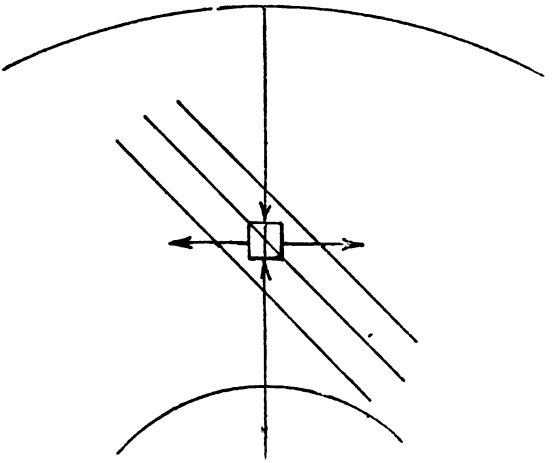


Fig. 118.

plans diamétraux, mais celle qui se trouve dans un plan diamétral est la plus rapprochée de l'âme, de la couche qu'on a le plus d'intérêt à essayer. Lorsque le métal est doux, et c'est le cas des métaux à canons, il se forme un *fuseau ;* et cette déformation est accompagnée de tensions longitudinales avec pressions transversales. En un certain point du cercle de gorge (fig. 119), ces forces agissent sur le plan diamétral et sur une surface parallèle à celle de l'âme, et agissent constamment sur les mêmes plans, comme il arrive dans la dilatation du canon sous la pression intérieure.

Cet essai, dit *à la traction,* n'est donc pas, lorsqu'il s'agit de matières douces, une épreuve de simple tension, puisqu'il y a, dans la zone la plus déformée, un développement de forces agissant simultanément en divers sens, entre autres une tension et une pression rectangulaires. Nous le

Digitized by Google

préférons, non seulement à l'essai de torsion, mais encore à l'essai de flexion transversale, qu'il soit fait à la presse hydraulique ou sous le choc d'un mouton [1]. Dans la flexion d'un prisme, les arêtes qui deviennent convexes

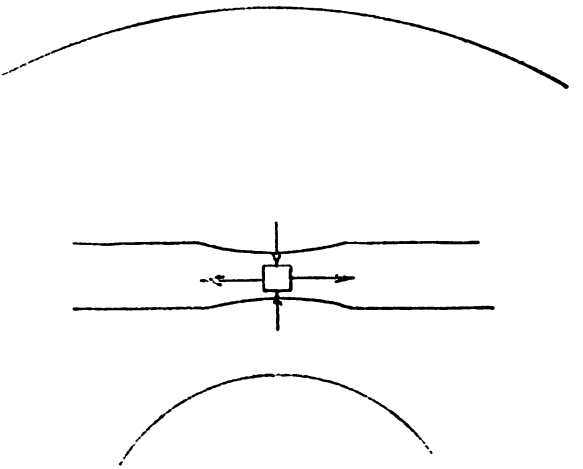


Fig. 119.

sont soumises à une tension unique ; l'essai à la flexion est donc une véritable épreuve de tension et s'éloigne plus de l'essai direct des canons que l'épreuve à la traction longitudinale. De plus, comme nous l'avons fait remarquer, la zone essayée est très localisée si la flexion transversale est produite au moyen d'un couteau, et il y a peu de chances de découvrir les défauts ; il vaut mieux employer un mandrin n'ayant pas une courbure trop petite, de manière à fléchir à peu près circulairement une notable partie de l'éprouvette, et à élargir ainsi beaucoup la zone d'épreuve.

[1] On produit généralement la flexion au moyen d'un mouton qu'on fait tomber successivement de différentes hauteurs sur le milieu de l'éprouvette. C'est bien à tort qu'on appelle cette épreuve : *essai au choc ;* c'est un pur essai de flexion. Nous avons constaté bien des fois que les déformations correspondant à la rupture étaient les mêmes, qu'elles aient été produites à la presse hydraulique, ou au choc, et ne dépendaient que de la courbure du poinçon ou du mouton. Au reste nous reviendrons sur cette question dynamique.

Digitized by Google

Rappelons encore qu'il ne faut pas confondre *courbure* et *flexion ;* qu'une barre peut supporter, sous la compression longitudinale, des déformations bien plus grandes que sous l'action d'efforts transversaux ; et que, pour apprécier les qualités d'un métal, il ne suffit pas d'examiner les éprouvettes déformées que les maîtres de forge étalent dans les expositions, mais qu'il faut encore connaître les conditions dans lesquelles les déformations ont été produites.

Nous ne dirons qu'un mot de certains essais proposés, peut-être même employés, par certaines personnes qui semblent avoir pour but de trouver l'épreuve qui s'éloigne le plus de l'essai direct et de l'emploi. Tels sont, par exemple, les essais de métaux à canon au moyen d'un couteau ou d'un poinçon. Quand même on trouverait quelques relations entre la profondeur des empreintes d'un poinçon Rodmann et les résultats des essais de traction, on ne devra jamais oublier que ces relations sont absolument empiriques et ne doivent jamais être généralisées. Il nous suffit d'avoir appelé l'attention sur le peu de valeur de ces procédés (1).

A un autre point de vue, il importe de bannir des épreuves de réception et, autant que possible, des épreuves de fabrication, toute condition qui ne soit pas parfaitement déterminée ; ainsi, il importe de remplacer la main de l'ouvrier par une machine.

Dans le cours de la fabrication, on fait diverses sortes d'essais ; quand le métal est en fusion, on *goûte le bain,* on verse dans une petite lingotière une *prise d'essai* qu'on soumet à un travail déterminé.

Si cet essai est destiné à renseigner sur le moment le plus propice de la coulée, il faut qu'il soit fait très rapidement ; la lingotière sera très épaisse pour hâter le refroidissement, et le petit lingot-éprouvette sera martelé en un

(1) En ce qui concerne les essais à l'énervement qu'on ne pratique que dans les réceptions de caoutchouc, nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit au § 16.

Digitized by Google

disque, et ensuite plié à coups de marteau. Cet essai qui accompagne d'habitude la fabrication de l'acier Martin-Siemens, tout empirique qu'il est, rend de grands services. Mais, si la prise d'essai est simplement destinée à conserver la trace du bain, à compléter les renseignements sur les pièces métalliques provenant de cette coulée, il vaudra beaucoup mieux étirer le lingot-éprouvette au laminoir qu'au marteau ; la fabrication de la barrette ou de la lanière de traction sera ainsi bien plus régulière.

Suivant l'ingénieur anglais Kirkaldy, la résistance et la striction des éprouvettes de traction suffisent à qualifier un métal. Nous sommes de cet avis, en ce sens que nous considérons ces deux caractères comme les plus importants pour l'établissement d'une classification générale des métaux de construction.

Mais, dans bien des cas, une classification spéciale, relative à *l'emploi,* basée sur telle ou telle propriété particulière, sera plus pratique. Dans les canons dits *Uchatius,* qui sont soumis à une dilatation initiale considérable, la striction et la résistance suffiront absolument. Mais il en est autrement des canons frettés. Les frettes sont très raides et ne doivent éprouver aucune déformation permanente. Le tube intérieur ne devra donc subir que de très petites déformations, et c'est sa limite d'élasticité qui servira de base à l'établissement du canon. Les caractères principaux et suffisants seront, dans ce cas, la limite élastique et la striction. Inutile de rappeler que la résistance à la rupture et la résistance élastique n'ont et ne peuvent avoir aucun rapport déterminé ; et que, par suite, les *coefficients de sécurité* n'ont pas plus de valeur que les coefficients de résistance auxquels ils sont appliqués.

Il ne faut pas, du reste, attacher trop d'importance à la question numérique, ne pas mesurer des allongements au cathétomètre, par exemple, alors qu'on apprécie très grossièrement les efforts correspondants. Sans doute, il faut imposer aux maîtres de forges des conditions précises qui

Digitized by Google

permettent de refuser les matériaux qu'on jugera mauvais ; mais il ne faut pas craindre de recevoir certaines pièces qui ne rempliraient pas absolument quelque condition imposée. Il importe de se réserver une grande latitude, afin de pouvoir toujours refuser dans certains cas, et dans d'autres, au contraire, rester très large, surtout avec les usines qui ont fait depuis longtemps leurs preuves ; les essais ont alors surtout pour but de surveiller la fabrication pour l'obliger à se maintenir au niveau actuel.

Les coefficients et les limites d'élasticité des tubes et des frettes sont déterminés par les conditions mathématiques de la construction ; tout ce qui concerne la rupture, la striction, les cassures est toujours plus ou moins empirique.

Nous avons déjà longuement parlé des défauts ordinaires des métaux forgés.

Refuser toutes les pièces qui présentent des défauts, ce serait perdre une foule de matériaux qui peuvent certainement être d'un bon usage. D'un autre côté, cependant, il est impossible de n'apporter aucune attention à ces défauts, qui ont quelquefois une grande étendue, soit comme solution de continuité, soit comme zone de faible résistance. Il faudra faire grande attention aux pièces de forge chez lesquelles on reconnaîtra des défauts dans le voisinage de l'intérieur, et ne pas hésiter à refaire de nouvelles épreuves. Il sera très utile de conserver, sur la pièce et sur les rondelles, des points de repère qui permettent une exploration méthodique. En exigeant une certaine striction, on se réservera toujours le droit de refuser les métaux qui présentent des défauts ; on n'attachera aucune importance aux défauts qui se manifesteraient seulement après la formation du fuseau.

Il importe de conserver la trace des nombreux essais de fabrication et de réception, et de décrire les résultats qui, par la comparaison avec le service des pièces, seront propres à établir la valeur des caractères empiriques. Il ne

Digitized by Google

faut pas confondre la description méthodique avec ces amas informes de chiffres que personne ne lira jamais ; une courbe vaudrait mieux ; quelques caractères seront encore préférables. Voici les principaux :

Formes, dimensions et position de l'éprouvette ;
Striction (diminution relative du diamètre) ;
Effort maximum ;
Limite d'élasticité ;
Forme de la cassure.

On pourrait ajouter : la charge de rupture, l'allongement de la partie cylindrique, la longueur du fuseau ; mais il ne faut pas s'attacher à un trop grand nombre de caractères.

On n'indiquera jamais de moyenne, mais seulement les maximums et les minimums ; tous ces résultats seront exprimés en kilogrammes par millimètre carré, et en tant pour cent, sans fraction ; une précision plus grande serait au moins inutile.

On devra toujours laisser sur l'éprouvette un *témoin* indiquant la direction de l'axe de la pièce.

La description de la forme des cassures est très délicate. Voici le procédé que nous avons employé et que nous recommandons. Nous avons choisi des *types* auxquels la plupart des cassures puisse être rapportée. Les considérations que nous avons exposées au § 49 (1), nous ont permis de rattacher au même type un certain nombre de cassures qui, au premier abord, semblent très différentes les unes des autres. Pour les aciers à canon, nous avons adopté seulement six types désignés par les lettres A, B, C.... Tout essayeur, dans quelque usine qu'il se trouve, a une planchette portant ces types *matériels*, découpés dans des éprouvettes soigneusement choisies ; chacun est accompagné d'une courte description.

A côté des résultats numériques des essais, on place la lettre indicatrice de la cassure, ou les lettres, lorsque la

(1) Voir p. 22.

Digitized by Google

cassure est franchement intermédiaire entre deux types. Lorsque la cassure ne peut être rapportée à un des types, elle est poinçonnée au numéro de la pièce et conservée. Ce procédé a de très grands avantages qu'il est facile de comprendre, entre autres celui de conserver, avec très peu d'échantillons, tous les genres de cassures. Toutes les fois qu'on rencontrera une cassure différente des types, il faudra faire de nombreuses expériences, soumettre la pièce à une véritable enquête et rechercher avec le plus grand soin les faits nouveaux qui peuvent conduire à des idées nouvelles.

Les *cahiers des charges* imposent des conditions de fabrication qui ont été, quelquefois, discutées *verbalement* dans des assemblées plus ou moins compétentes. D'*exposé des motifs, écrit,* nous n'en avons jamais vu. Si la *rédaction* était appréciée à sa valeur comme procédé logique, les grandes usines, les compagnies de chemins de fer, l'État, ne signeraient jamais un cahier des charges qui ne fût accompagné de cet exposé. Quand il devrait n'être lu par personne, ce rapport circonstancié servirait au moins à fixer les idées de l'ingénieur chargé de son établissement. Sans doute, il faudrait, dans bien des cas, avouer qu'on n'a pas de bonnes raisons à donner et, à côté de ce qu'on sait, dire en toute franchise ce qu'on ne sait pas. Les médecins ont quelques motifs pour paraître savoir bien des choses qu'ils ignorent, ils agissent indirectement sur le physique en inspirant confiance au malade; mais les ingénieurs n'ont pas cette excuse. Ils peuvent se dire entre eux les choses qu'ils ignorent, on n'en passera pas moins sur les ponts, et ce n'est pas cela qui empêchera de traverser la Manche en wagon, quand nos voisins le permettront.

DUGUET,
Capitaine d'artillerie.

Digitized by Google

L'ARTILLERIE ANGLAISE

EN 1884.

[*Suite* (1).]

(PL. I.)

POUDRES ET ARTIFICES.

Poudres.

Les poudres anglaises, fabriquées à Waltham-Abbey, contiennent 75 de salpêtre, 15 de charbon et 10 de soufre.

On fait usage de salpêtre naturel épuré, ou de salpêtre obtenu artificiellement par des procédés chimiques. Le charbon est fait avec des bois de cornouiller, de saule, ou d'aune.

Les épreuves de réception consistent principalement dans la mesure de la vitesse initiale et de la pression maximum qui ne doit, dans aucun cas, dépasser 3 150 kg. par centimètre carré.

La poudre peut renfermer de 1 à 1,3 p. 100 d'humidité.

Les canons du nouveau matériel emploient les poudres ci-après :

La poudre F.G. Grosseur des grains, $0^{mm},7$ à $1^{mm},6$. On n'en fabrique plus actuellement ; l'approvisionnement existant est utilisé pour les charges d'éclatement des shrapnels de tous les calibres.

La poudre R.F.G. Les grains ont une grosseur de $1^{mm},3$ à $2^{mm},1$; la densité est d'environ 1,6. Cette poudre est employée pour toutes les armes à feu portatives, sauf le fusil Martini-Henry, et par l'artillerie, concurremment

(1) Voir *Revue d'artillerie*, février 1885, t. XXV, p. 444.

Digitized by Google

avec la poudre F.G, pour les charges d'éclatement des shrapnels.

La poudre R.L.G_2. Grains de $4^{mm},2$ à $8^{mm},5$; densité de 1,66. Elle est employée pour le canon de 4 pouces 13 quintaux (canon court de 102^{mm}) et, dans l'ancien matériel, pour les canons de 7 et de 13 livres ; elle peut servir pour tous les anciens canons de calibre inférieur à celui de 64 livres, 64 quintaux.

La poudre P (*Pebble*). Les grains sont des cubes irréguliers à coins et arêtes arrondis, qui ont en moyenne 16 millimètres de côté ; densité de 1,76. Il y a environ 175 grains au kilogramme. Cette poudre s'emploie pour les canons de campagne, les pièces de 4 pouces 22 quintaux, 5 pouces 36 quintaux, 6 pouces 80 quintaux, et dans l'ancien matériel, pour les charges de rupture des canons au-dessus de 12 pouces, et pour les charges normales des canons compris entre celui de 80 livres et celui de 12 pouces exclusivement.

La poudre P_2. Grains cubiques de 38 millimètres de côté en moyenne ; densité de 1,75. Il y a de 11 à 15 grains au kilogramme. Elle est employée pour les pièces de 6 pouces 81 quintaux, 6 pouces 89 quintaux, et dans l'ancien matériel, pour les canons de 12 pouces et de $12^{po},5$.

La poudre Prism.$_1$, composée de grains prismatiques hexagonaux de poudre comprimée, percés suivant l'axe d'un canal cylindrique de 10 millimètres de diamètre. La hauteur du prisme est de $24^{mm},8$ et le diamètre du cercle inscrit dans l'hexagone est de $34^{mm},7$; la densité est de 1,75. La poudre prismatique est tirée dans les canons de 8 pouces et dans ceux de 12 pouces 43 tonnes, et pour l'ancien matériel, dans les canons de 80 et de 100 tonnes se chargeant par la bouche.

La poudre C_2, composée de grains cylindriques de $50^{mm},8$ de hauteur et de $44^{mm},5$ de diamètre, percés suivant l'axe d'un canal de $6^{mm},2$ de diamètre ; densité 1,83. Elle est employée exclusivement pour les canons nouveau

Digitized by Google

modèle de gros calibre, à partir du canon de 9po,2, à l'exception du canon de 12 pouces 43 tonnes qui tire la poudre prismatique.

Les gargousses du nouveau matériel sont faites en étoffe de soie. Les charges, quel que soit leur poids, sont renfermées dans un sachet unique de dimensions convenables, sauf la charge de rupture du canon de 6 pouces 81 quintaux, qui est divisée en deux parties de poids égal, et renfermée dans deux sachets.

Les sachets remplis sont fermés au moyen d'un cordonnet de soie. Ils portent, marquée à l'encre d'imprimerie, l'indication du calibre de la pièce et du poids de poudre qu'ils renferment. Leur longueur et leur épaisseur sont vérifiées avant leur entrée en magasin.

Les canons de 6 pouces, de 80 et de 81 quintaux, font usage de gargousses spéciales pour leurs charges de rupture. Ces gargousses sont munies d'un tube creux, en bois mince recouvert de papier, enfoncé dans l'axe de la charge sur une longueur égale à peu près à la moitié de celle de la gargousse, et renfermant, dans une enveloppe mince, une petite charge de 28g,5 de poudre F.G. Ce tube est fermé, d'un côté par un bouchon conique en bois percé de trois trous, de l'autre par un tampon conique en zinc autour duquel on serre le cordonnet qui ferme la gargousse.

On se sert, dans l'instruction, de gargousses d'exercice ayant le poids et les dimensions des gargousses réelles; elles sont composées d'un cylindre en bois recouvert de cuir ou de grosse toile, et on leur donne le poids de la charge de guerre en y introduisant un morceau de plomb.

Pour l'emmagasinage des grosses charges confectionnées, et pour le transport de ces charges des dépôts de munitions aux pièces, on fait usage de gargoussiers en zinc, renfermant chacun une seule gargousse, sauf celui affecté à la charge de rupture du canon de 6 pouces 81 quintaux, qui renferme les deux demi-charges de la pièce.

Digitized by Google

Le tableau ci-après donne les charges normales et les charges de rupture des canons nouveau modèle.

Tableau III. — Charges des canons nouveau modèle.

BOUCHES A FEU.	CALIBRE	CHARGE normale.	CHARGE de rupture.
	mm.	kg.	kg.
Canons de campagne { 12 liv., 7 quint.	76	1,814 P.	»
Canons de campagne { 22 liv., 12 quint	89	3,402 P.	»
4 pouces, 13 quintaux	102	1,474 R.L.G.$_1$	»
4 pouces, 22 quintaux	102	5,897 P.	»
5 pouces, 36 quintaux	127	7,257 P.	»
6 pouces, 80 quintaux	152	11,340 P.	15,422 P.
6 pouces, 81 quintaux	152	7,711 P$_2$	15,422 P$_2$
6 pouces, 89 quintaux	152	»	19,051 P$_2$
7 pouces, 10 tonnes	178	»	»
8 pouces, 11 tonnes	203	»	45,359 Prism.$_1$
8 pouces, 12 tonnes	203	»	45,359 Prism.$_1$
8 pouces, 13 tonnes	203	»	45,359 Prism.$_1$
9^{po},2, 18 tonnes	234	68,503 C$_2$	90,719 C$_2$
9^{po},2, 19 tonnes	234	»	90,719 C$_2$
10 pouces, 26 tonnes	254	»	136,078 C$_2$
12 pouces, 43 tonnes	305	»	117,934 Prism.$_1$
12 pouces, 46 tonnes	305	»	204,116 C$_2$
13^{po},5, 63 tonnes	343	»	294,835 C$_2$
16^{po},25, 110 tonnes	413	»	408,233 C$_2$

Poudres de l'ancien matériel. — Outre quelques-unes des poudres déjà décrites, l'ancien matériel utilise encore les poudres suivantes (1) :

La poudre à pistolet, en usage dans l'artillerie pour certains artifices.

La poudre R.F.G$_2$, pour la mitrailleuse Gatling, et le fusil Martini-Henry.

La poudre L.G, qui ne se fabrique plus, et dont on utilise l'approvisionnement existant, au lieu de poudre R.L.G, pour les charges normales des canons au-dessous de 9 pouces, excepté ceux de 7 et de 13 livres.

La poudre R.L.G, qui peut s'employer pour les charges normales de tous les canons au-dessous de 12 pouces (excepté ceux de 7 et de 13 livres), pour les obusiers, et, au lieu de poudre P, pour les charges de rupture des calibres inférieurs à 12 pouces.

(1) Pour les renseignements relatifs aux poudres de l'ancien matériel, voir l'*Aide-mémoire d'artillerie*, t. XXII, p. 84 et 85.

Digitized by Google

La poudre Prism$_2$. Cette poudre a des grains semblables à ceux de la poudre prismatique$_1$, mais les dimensions sont portées à 50^{mm},8 pour la hauteur du prisme, 59^{mm},7 pour le diamètre du cercle inscrit dans l'hexagone, et 14^{mm},6 pour le diamètre du canal central; densité de 1,76. Elle est employée pour les canons de 28 tonnes, et concurremment avec la poudre prismatique$_1$ pour les canons de 80 et de 100 tonnes.

La poudre M.G$_1$, à grains de 1^{mm},8 à 3^{mm},6, sert uniquement pour la mitrailleuse Nordenfelt.

Poudre chocolat (1). — On s'est beaucoup occupé en Angleterre, dans ces derniers temps, de la possibilité de substituer dans une certaine mesure, aux poudres en service, la nouvelle poudre chocolat qui fit sa première apparition en Allemagne en 1880. Dès que les poudreries de Rottweil et de Hamm-sur-Sieg proposèrent la nouvelle substance explosive aux gouvernements allemand et anglais, ce dernier commença une série d'expériences comparatives entre cette poudre et les poudres noires ordinaires.

Les résultats favorables obtenus engagèrent la poudrerie de Waltham-Abbey à entreprendre elle-même la fabrication de la nouvelle poudre, et les tentatives faites dans ce sens paraissent avoir complètement réussi. Un lot de poudre chocolat, de fabrication anglaise, a été essayé tout dernièrement à Woolwich. On exécuta, dans un canon de 11 pouces se chargeant par la culasse, un tir de dix coups à la charge de 133^{kg},8 avec un projectile de 297 kg. Les vitesses initiales varièrent de 609^{m},2 à 612^{m},6, et les pressions, mesurées en cinq points différents, de 2 567 à 2 771 kg. par centimètre carré. Le nuage de fumée fut très peu épais, et le but ne cessa pas un seul instant de rester visible.

La fabrication de la poudre chocolat est poussée très

(1) Voir *Revue d'artillerie*, mars 1884, t. XXIII, p. 549 et t. XXIV, avril 1884, p. 95, et septembre 1884, p. 575.

Digitized by Google

activement. La poudrerie de Waltham-Abbey est actuellement en mesure d'en produire une quantité considérable ; en outre, le Gouvernement anglais en a fait une commande de 15 000 caisses à la poudrerie de Hamm-sur-Sieg, en spécifiant que la poudre serait fabriquée en Angleterre. Pour satisfaire à cette condition, un ingénieur de la Compagnie westphalienne a acheté pour cette compagnie et approprié à la nouvelle fabrication l'ancienne poudrerie de Chilworth, près de Guilfort. La commande faite doit être livrée dans les limites de trois à cinq ans, suivant les besoins.

La poudre chocolat, outre les avantages déjà signalés dans la *Revue,* présente la propriété remarquable de ne détoner qu'en espace clos : à l'air libre, elle s'enflamme très difficilement, et fuse lentement sans faire explosion. On a tiré, à la distance de 180 mètres, avec un fusil Martini-Henry, sur une charge renfermée dans son gargoussier. La première balle frappa sur le côté de la charge, et ne fit que briser la poudre en menus morceaux. La seconde balle, qui frappa au centre, enflamma la charge, mais celle-ci brûla sans détoner.

Fusées.

Les fusées employées pour les projectiles des nouvelles bouches à feu, sont :

La fusée R.L (du *laboratoire royal*), 2e modèle ;

la fusée *à action directe ;*

et la fusée Armstrong *à double effet.*

Les deux premières sont percutantes.

Fusée R.L, 2e *modèle* (fig. 2). — La fusée R.L se compose d'un corps de fusée légèrement conique en bronze à tête pleine *a,* fermé à sa partie inférieure par un fond métallique vissé *b.* La tête de la fusée porte le rugueux *c* en acier ; l'appareil percutant se compose d'une masselotte *d* et d'un porte-amorce *e* en alliage de plomb et d'étain, muni

Digitized by Google

de deux oreilles *f* et portant à sa partie supérieure la composition détonante *g*. Le porte-amorce et le fond de la fusée sont percés d'un canal central pour la communication du feu.

Une goupille de sûreté *h* traverse la tête de la fusée et la masselotte, qu'elle contribue à maintenir immobile. Cette goupille est enlevée au moment de la charge; un clou en plomb *m* vient alors boucher le trou de la goupille et empêcher les gaz de la poudre d'enflammer directement le fulminate.

Au départ, la masselotte casse les deux oreilles *f* du porte-amorce et vient reposer sur le fond de la fusée. Dans ce mouvement, une saillie circulaire *i* du porte-amorce se loge dans une rainure *k* de la masselotte, de telle sorte que ces deux pièces sont rendues solidaires l'une de l'autre pour tout mouvement en avant.

Au moment où la masselotte et le porte-amorce sont précipités sur le rugueux, celui-ci perce la mince plaque en laiton *p* formant couvercle sur l'amorce et enflamme cette dernière. Le feu se communique à la charge du projectile par le canal central, en chassant la feuille de laiton *n* qui ferme ce canal à sa partie inférieure.

Fusée à action directe (fig. 1). — La fusée à action directe se compose d'un corps de fusée conique en bronze *a*, dont le vide intérieur est divisé en deux parties par une cloison *b* percée de trois trous coniques de prise de feu *c* remplis de pulvérin. Le compartiment du bas renferme une charge de poudre fine et est fermé à sa partie inférieure par une vis en laiton *d*, percée en son centre d'un trou pour la communication du feu. Le compartiment du haut est fermé à la partie supérieure par une vis creuse en bronze *e*, qui renferme un disque en cuivre *f* portant le rugueux en acier *g*. La substance explosive *h* se trouve dans un logement ménagé dans l'épaisseur de la cloison, à l'aplomb du rugueux. La fusée est coiffée d'un chapeau mé-

Digitized by Google

tallique *m* qu'on engage sur la tête de la fusée au moyen de deux rainures *r* dans lesquelles s'emboîtent deux tenons en laiton *t* portés par le corps de la fusée. Ce chapeau s'enlève pour le tir.

Au moment du choc, si l'angle de chute est assez grand pour que la tête de l'obus pénètre dans l'obstacle, le disque porte-rugueux est faussé ou enfoncé, le rugueux frappe le fulminate et le feu se communique à la charge de poudre du compartiment inférieur, et de là à la charge du projectile.

Le fonctionnement de cette fusée n'est assuré que pour des angles de tir plus grands que 10°. Elle a l'avantage de présenter une sécurité complète, même sans le chapeau mobile. Un choc ordinaire ne suffirait pas, en effet, pour faire détoner la fusée, à cause de la position du disque porte-rugueux, fortement en contre-bas de la tranche supérieure de la tête de la fusée.

Fusée Armstrong à double effet (fig. 3). Le corps de la fusée *a* est en alliage de plomb, d'étain et d'un peu d'antimoine ; les autres parties sont en bronze.

La fusée se divise en deux parties qui sont séparées pour la conservation en magasin et pour les transports, et que l'on réunit seulement au moment du tir : ce sont la fusée proprement dite et l'appareil concutant.

A la partie supérieure du corps de la fusée se trouve un canal circulaire *b*, à section rectangulaire, percé dans l'épaisseur du métal et renfermant la composition fusante ; ce canal ne s'étend pas sur une circonférence complète. Au-dessus, se trouve un anneau mobile *c* surmonté lui-même d'un écrou de serrage *d*. A la partie interne de l'anneau mobile, une rainure circulaire *e* est remplie de poudre fine très inflammable ; enfin, en un certain point de l'anneau mobile, se trouve une petite chambre à poudre *f* communiquant avec la rainure *e*. Cette dernière communique, d'autre part, avec un canal traversant la fusée

Digitized by Google

(non visible dans la coupe, fig. 3); ce canal est coudé à angle droit et débouche à hauteur de la charge de poudre du dispositif percutant placé dans le bas de la fusée.

L'appareil concutant est renfermé dans un bouchon métallique *g* qui se visse à la partie supérieure de l'écrou de serrage *d*. Il se compose d'un porte-amorce *h* retenu par une petite broche de suspension *i*, et portant l'amorce *k* à sa partie inférieure; le rugueux *p* est fixé à demeure dans la fusée.

Le dispositif percutant est analogue à la fusée R.L.

Le corps de fusée porte extérieurement une graduation en pouces et subdivisions de pouce. Une flèche est tracée sur l'anneau mobile, dans le plan passant par l'axe de la fusée et la petite chambre à poudre *f* (plan de coupe de la figure 3).

Pour régler la fusée, on desserre l'écrou de pression, et on amène, par une rotation de l'anneau mobile, la flèche vis-à-vis de la division de la graduation correspondant à la longueur de composition fusante que l'on veut utiliser.

La fusée fonctionne de la façon suivante : le choc au départ fait agir le système concutant, et le feu se transmet par des évents percés dans le percuteur *p* et par le conduit *z* à l'origine du canal circulaire renfermant la matière fusante. Celle-ci brûle sur la longueur comprise entre son origine et le point marqué par la flèche de l'anneau mobile. Au moment où le feu atteint ce point, il se communique instantanément à la petite chambre à poudre *f*, de là au canal circulaire *e* de l'anneau mobile, puis par le canal qui traverse le corps de la fusée, à la charge de poudre du dispositif percutant et à la charge intérieure du projectile.

Le conduit *z* débouche à l'extérieur de la fusée, pour permettre l'écoulement des gaz. Il est fermé par une mince feuille de métal, qui est projetée ou fondue par les premiers gaz produits.

Digitized by Google

Il existe trois modèles de la fusée à double effet : la petite, la moyenne et la grande fusée. La première a une longueur de composition fusante de 102 millimètres et brûle au repos pendant 7s,6. Dans la deuxième, la matière fusante s'étend sur une longueur de 127 millimètres et a, au repos, une durée de combustion de 11s,1. Le grand modèle a une durée de 14s,6.

Fusées des projectiles de l'ancien matériel. Outre les trois fusées ci-dessus décrites, l'ancien matériel utilise encore les fusées suivantes(1) :

Fusées percutantes : Fusée Pettmann G.S.

Fusée R.L, 1er modèle.

Fusée B.L, *plain.*

Fusée à effet retardé.

Fusées fusantes. Pour les canons se chargeant par la bouche : fusées (*Boxer*) de 5s, 9s, 15s, 20s et 30s, sans détonateur.

Pour les canons se chargeant par la culasse : fusées de 5s, 9s, 15s, avec détonateur.

Pour les obus à segments des canons de marine Armstrong : fusée à temps Armstrong.

Les fusées de 5s, 9s et 20s ne se fabriquent plus et sont remplacées, en principe, les deux premières par la fusée de 15s, la troisième par la fusée de 30s, avec ou sans détonateur, suivant qu'il s'agit de pièces se chargeant par la culasse ou par la bouche.

Étoupilles.

Il y a en service des étoupilles à friction ordinaires, des étoupilles obturatrices à friction, des étoupilles électriques et des étoupilles à percussion.

(1) La description de toutes ces fusées est donnée dans l'*Aide-mémoire d'artillerie*, t. XXII, p. 86 et suiv. Il y a cependant à remarquer que la fusée à effet retardé employée actuellement diffère de celle décrite dans l'*Aide-mémoire* en ce que l'éclatement n'est plus retardé que de 5 à 6 secondes.

Digitized by Google

Le nouveau matériel utilise l'étoupille à friction ordinaire pour les canons de campagne, l'étoupille obturatrice pour les pièces de 4 pouces et les premiers modèles de quelques autres calibres, et les étoupilles à percussion pour les canons de 5 pouces et au-dessus [1].

Étoupille à friction (fig. 4). L'étoupille à friction se compose d'un tube en cuivre rempli de poudre fine, avec un vide central suivant l'axe, dans le but d'assurer l'inflammation instantanée de la poudre sur toute la longueur de l'étoupille. Le tube est fermé du côté de la tête de l'étoupille par une goutte de laque, de l'autre côté par une rondelle de papier. A 6 millimètres de la tête, l'étoupille porte un petit tube perpendiculaire au grand et contenant le fulminate et le rugueux; ce dernier est légèrement recourbé à son extrémité, de manière à produire un frottement plus énergique sur le fulminate; sa tige est terminée par un œil vertical dans lequel on engage le crochet du tire-feu. L'étoupille a un diamètre de 5 millimètres; elle entre avec un jeu de $0^{mm},6$ dans la lumière dont le diamètre est de $5^{mm},6$.

Il y a plusieurs modèles d'étoupilles à friction différant entre eux par la longueur du grand tube qui varie de 51 à 127 millimètres.

Étoupille obturatrice (fig. 5). Il y a en service deux étoupilles obturatrices, l'une à friction, l'autre électrique.

L'*étoupille obturatrice à friction* se compose d'un tube *a* légèrement conique, en acier, recouvert d'une mince pellicule de cuivre. Le vide intérieur se termine du côté de la tête de l'étoupille par une surface conique, dans laquelle peut s'emboîter exactement la partie conique de l'obturateur en acier *d*. D'un côté de l'obturateur est soudée la tige *g*, de l'autre le rugueux *e*; entre le rugueux et la paroi du

[1] Le canon de 6 pouces, 80 quintaux, emploie deux étoupilles spéciales, l'une à percussion, l'autre électrique, ne différant des modèles ordinaires que par des détails.

Digitized by Google

tube se trouvent deux enveloppes minces en cuivre *f* renfermant le fulminate. La chambre *b* contient de la poudre R.F.G ou un grain de poudre comprimée, percé d'un canal central ; la chambre est fermée par une goutte de laque. En *mm'* et *nn'* sont deux disques minces en laiton, percés chacun d'un trou central et fixés à demeure dans l'étoupille : ils ont pour but de maintenir exactement à leur position les deux petites cartouches de fulminate. Une goupille de sûreté traverse la tige *g* et la tête de l'étoupille *t*.

En agissant sur le tire-feu, on casse la goupille de sûreté, et le rugueux enflamme le fulminate en déchirant les enveloppes en cuivre. La partie conique de l'obturateur s'emboîte dans le cône correspondant du vide intérieur, de manière à empêcher toute fuite de gaz par l'arrière; le tube lui-même se dilate et s'applique exactement contre les parois de la lumière, ce qui complète l'obturation.

L'*étoupille obturatrice électrique* a la même forme extérieure que la précédente; deux fils isolés en traversent la tête et sont reliés par un fil mince de platine, qu'entoure le fulminate.

Étoupille à percussion (fig. 6). L'étoupille à percussion se compose d'un tube conique *a* dont le vide intérieur est divisé en deux compartiments par une cloison *c*; dans l'un des compartiments, se trouve le percuteur *b* reposant sur la cloison ; dans l'autre compartiment est vissée l'enclume *e*, percée d'un canal central *g*, et coiffée de la capsule *d* renfermant le fulminate. Cette capsule est en contact avec la cloison *c*. La chambre *f* et le canal *g* sont remplis de poudre F.G. Quand le marteau frappe sur le percuteur, celui-ci enflamme le fulminate par le choc, à travers la cloison *c* qui se déforme sans se briser et forme obturateur.

Digitized by Google

Renseignements sur le tir.

Après avoir décrtiso mmairement les nouvelles bouches à feu de l'artillerie anglaise et leurs munitions, nous allons indiquer dans le tableau IV leurs vitesses initiales moyennes et les forces vives à la bouche qui en résultent.

Tableau IV. — Éléments du tir des pièces nouveau modèle.

BOUCHES A FEU.	CALIBRES.	POIDS de la charge.	POIDS DU PROJECTILE.	RAPPORT du poids de la charge au poids du projectile.	VITESSE INITIALE moyenne.	FORCE VIVE à la bouche de la pièce.	OBSERVATIONS.
	mm.	kg.	kg.		m.	t.-m.	
Canons de camp. 12 liv. 7 quint.	76	1,814	5,7	$\frac{1}{3,1}$	520	77	
Canons de camp. 22 liv. 12 quint.	89	3,402	10,0	$\frac{1}{2,9}$	535	146	
4 pouces, 13 quint. . .	102	1,474	11,3	$\frac{1}{7,7}$	360	75	
4 pouces, 22 quint. . .	102	5,897	11,3	$\frac{1}{1,9}$	590	201	Mod. n° 3.
5 pouces, 36 quint. . .	127	7,257	22,7	$\frac{1}{3,1}$	550	350	Mod. n° 2.
6 pouces, 80 quint. . .	152	15,422	36,3	$\frac{1}{2,4}$	»	584	
6 pouces, 81 quint. . .	152	15,422	45,0	$\frac{1}{2,9}$	505	585	
6 pouces, 89 quint. . .	152	19,051	45,0	$\frac{1}{2,3}$	595	886	
7 pouces, 10 ton. . . .	178	»	»	»	»	»	
8 pouces, 11 ton. . . .	203	45,359	95,0	$\frac{1}{2,1}$	600 620	1760 1865	Mod. n° 1. Mod. n° 2.
8 pouces, 12 ton. . . .	203	45,359	95,0	$\frac{1}{2,1}$	600	1760	
8 pouces, 13 ton. . . .	203	45,359	95,0	$\frac{1}{2,1}$	620	1865	
9po,2, 18 ton.	234	63,503	172,0	$\frac{1}{2,7}$	545	2605	
9po,2, 19 ton.	234	90,719	172,0	$\frac{1}{1,9}$	620	3375	
10 pouces, 26 ton. . . .	254	136,078	227,0	$\frac{1}{1,7}$	640	4745	
12 pouces, 43 ton. . . .	305	117,934	324,0	$\frac{1}{2,7}$	590	5755	
12 pouces, 46 ton. . . .	305	204,116	385,0	$\frac{1}{1,9}$	640	8050	
13po,5, 63 ton.	343	294,835	567,0	$\frac{1}{1,9}$	625	11300	
16po,25, 110 ton.	413	408,233	817,0	$\frac{1}{2}$	615	15950	

Nous donnerons ensuite quelques résultats d'expériences permettant de les comparer, sous le rapport de la justesse

Digitized by Google

et de la puissance, aux bouches à feu analogues des anciens modèles. On aura ainsi un premier élément d'appréciation de leurs propriétés balistiques.

De l'examen des chiffres du tableau précédent et de ceux du tableau I (1) résultent quelques conclusions générales qui peuvent être considérées comme les caractéristiques du nouveau matériel au point de vue balistique.

Le rapport du poids du projectile au poids du canon est de $\frac{1}{62}$ et $\frac{1}{60}$ pour les deux canons de campagne ; il varie entre $\frac{1}{90}$ et $\frac{1}{140}$ pour les autres bouches à feu, en se rapprochant de la dernière de ces deux limites pour les canons de gros calibre.

Le rapport du poids de la charge au poids du projectile est très considérable : de $\frac{1}{3}$ environ pour les canons de campagne, et voisin de $\frac{1}{2}$ pour les modèles les plus récents des autres canons. Il n'y a d'écart considérable que pour la pièce de 4 pouces, 13 quintaux, qui est un canon court tirant à charge réduite.

Les vitesses initiales sont supérieures à celles de la plupart des canons en service dans les autres artilleries. Pour les pièces de campagne, ces vitesses sont de 520 et 535 mètres ; pour les canons de moyen calibre, jusqu'à ceux de 6 pouces inclus et sauf le canon court de 4 pouces, elles varient entre 550 et 595 mètres ; enfin, pour les canons de gros calibre, elles dépassent toujours 600 mètres, et atteignent 640 mètres pour quelques-uns d'entre eux.

Avec de pareilles vitesses initiales, et des projectiles plus lourds que ceux des canons de même calibre des systèmes antérieurs, on devait s'attendre à ce que la justesse et la puissance fussent bien plus grandes dans les nouvelles bouches à feu que dans les anciennes.

L'expérience a réalisé ces prévisions. Ainsi, dans un tir de justesse de dix coups exécuté à 900 mètres, le canon de 9po,2 mit ses dix projectiles dans un rectangle vertical

(1) Voir *Revue d'artillerie*, février 1885, t. XXV, p. 460.

Digitized by Google

de $0^m,37$ de largeur sur $0^m,45$ de hauteur, tandis qu'à cette distance l'ancien canon de 9 pouces, se chargeant par la bouche, n'atteint pas à chaque coup une cible de 2 mètres de côté.

A la même distance, le canon de 12 livres de campagne frappa neuf fois de suite une cible de $0^m,70$ de largeur sur $0^m,75$ de hauteur.

Enfin, toujours à 900 mètres, le canon de 6 pouces 89 quintaux atteignit plusieurs fois une cible dont les dimensions horizontales et verticales étaient $0^m,60$ et $0^m,75$; tandis que l'ancien canon de 64 livres, à cette distance, ne toucherait pas, à coup sûr, une cible de 3 mètres de côté.

Sous le rapport de la puissance, des tirs exécutés contre une même plaque Compound nous permettent de comparer le canon de 6 pouces 89 quintaux et le canon ancien de 9 pouces (229^{mm}) se chargeant par la bouche. La plaque avait 279 millimètres d'épaisseur, et était adossée à un matelas en bois de 152 millimètres, derrière lequel se trouvait une plaque en fer forgé de 76 millimètres appuyée elle-même contre une charpente en bois. Le tir s'effectua à une distance de 180 mètres. Le canon de 6 pouces lança, avec sa charge de rupture de $19^{kg},051$, un obus Palliser de 45 kg.; le projectile traversa la première plaque, le matelas en bois et pénétra de 63 millimètres dans la plaque en fer forgé. Le canon de 9 pouces ancien modèle, tirant un projectile de 113 kg. sous la charge de $19^{kg},500$ de poudre, n'arriva pas à perforer la plaque, dans laquelle son obus ne pénétra que de 127 millimètres.

Dans un tir exécuté en 1883, l'ancien canon de 80 tonnes, du calibre de 406 millimètres, tirant avec une charge de 204 kg. un projectile pesant 770 kg., perça avec peine une plaque de 305 millimètres, dans laquelle l'obus resta engagé, la pointe ne dépassant l'arrière de la plaque que de 76 millimètres. Ce résultat est inférieur à celui que produit le nouveau canon de 6 pouces, 89 quintaux.

Digitized by Google

A la distance de 900 mètres, le canon de 6 pouces, 80 quintaux perce une plaque en fer forgé de 213 millimètres d'épaisseur et celui de 6 pouces, 81 quintaux, une plaque de 256 millimètres.

Dans sa conférence du 20 juin dernier, le colonel Maitland compare les nouvelles bouches à feu lourdes anglaises aux pièces lourdes les plus récentes adoptées par les différentes puissances pendant les trois dernières années.

Il rappelle, d'abord, qu'en 1881 l'usine Krupp construisit un canon de 71 tonnes, de 40c. En 1884, la même usine entreprit, pour le gouvernement italien, la fabrication de quatre canons de 119 tonnes, de 40c de calibre, les plus lourds qui aient été faits jusqu'ici. Dans ces canons, entièrement en acier, le tube est recouvert d'une jaquette surmontée elle-même de trois rangs de frettes; le frettage s'étend jusqu'à la bouche. La longueur totale est de 35 calibres. Dans ce mode de construction, toutes les pièces travaillent à la résistance tranversale, une seule, la jaquette, à la résistance longitudinale; c'est là, d'après l'orateur, un défaut qu'il faut éviter, surtout avec les bouches à feu de très gros calibre.

Il fait le même reproche au canon de 34c (52 tonnes), adopté en 1881 par la marine française: tous les éléments de la bouche à feu travaillent à la résistance transversale, le tube seul résiste au déculassement.

Dans le canon français de 37c, pesant 71 tonnes, le colonel Maitland constate un progrès de construction très sérieux : le tube est aminci et on a introduit une jaquette entre ce tube et les frettes; la jaquette, tout en résistant à la pression transversale avec le tube et les frettes, prémunit contre les dangers d'un déculassement.

Il cite ensuite les canons de 100 et de 102 tonnes, fabriqués en 1882 et 1883, pour les Italiens, par l'usine Armstrong. Le tube de la première de ces bouches à feu est en

Digitized by Google

deux morceaux, reliés longitudinalement à l'aide de deux demi-anneaux. L'écrou de culasse est pratiqué dans le tube sur lequel est posée avec serrage une jaquette portant deux rangées de frettes minces, par-dessus lesquelles se trouve un coil épais en fer forgé. Le milieu et l'avant du tube sont recouverts, partie par des frettes, partie par des coils en fer forgé. Cette construction est un exemple remarquable de la période de transition entre le système des coils en fer et le système des canons tout en acier.

Dans le canon de 102 tonnes [1], fabriqué pour l'armement des cuirassés italiens *Lepanto* et *Italia*, le tube est encore en deux morceaux ; l'écrou de culasse n'est plus creusé dans le tube lui-même, mais dans la jaquette posée avec serrage ; la disposition des frettes est un peu différente de celle du canon de 100 tonnes, et un plus grand nombre d'éléments de la bouche à feu résistent au déculassement.

L'arsenal de Woolwich construisit, en 1882, le canon de 8 pouces et 12 tonnes qui servit de type pour la nouvelle artillerie ; il construit actuellement des canons de 13po,5 et 63 tonnes. Enfin, le modèle le plus récent est celui du canon Armstrong de 110 tonnes, qui vient d'être livré à Woolwich pour y subir les tirs d'épreuve.

Le tableau suivant permet de comparer la puissance de ces différents modèles. On y a ajouté deux canons à fils d'acier actuellement en expérience, construits l'un à Elswick, l'autre à Woolwich.

TABLEAU.

---

[1] Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1883, t. XXI, p. 367; mars 1883, t. XXI, p. 570, août 1883, t. XXII, p. 471; et mai 1884, t. XXIV, p. 178.

Digitized by Google

Tableau V. — Tableau comparatif de la puissance des principaux canons lourds construits de 1881 à 1884.

CALIBRES a	DATES de la fabrication.	POIDS du canon P	POIDS de la charge.	POIDS du projectile p	VITESSE initiale V_0	FORCE vive à la bouche de la pièce $\frac{p V_0^2}{2g}$	FORCE vive à la bouche de la pièce par centimètre de circonférence $\frac{p V_0^2}{2g \pi a}$	FORCE vive par tonne de métal du canon $\frac{p V_0^2}{2g P}$	ÉPAISSEUR de fer forgé perforée à 914 mètres (1 000 yards).
		tonnes.	kg.	kg.	mètres.	ton.-mèt.	ton.-mèt.	ton.-mèt.	mm.
Français de 34c	1881	52	164,0	420,0	600	7 710	72,2	148,2	58,9
Français de 37c	1884	71	246,5	535,0	600	9 820	84,4	138,3	62,2
Krupp de 40c	1881	71	220,2	779,0	519	10 715	85,3	150,8	60,4
Krupp de 40c	1884	119	279,2	741,0	615	14 300	113,8	120,0	74,2
D'Elswick de 432mm	1882	100	350,5	1 000,0	559	15 930	117,3	159,3	72,4
D'Elswick de 413mm	1884	110	408,2	817,0	615	15 950	123,0	145,0	77,8
De Woolwich de 343mm	1884	63	294,8	567,0	625	11 300	104,9	179,0	72,6
De Woolwich de 233mm à fils d'acier	1884	19	149,8	172,5	768	5 196	71,0	273,0	58,9
D'Elswick de 233mm à fils d'acier	1884	18	90,8	172,5	671	3 960	54,1	220,0	50,8

Digitized by Google

D'après ces chiffres, la puissance du canon anglais de 110 tonnes surpasse d'une façon appréciable celle du canon Krupp de 119 tonnes.

Toutes les nouvelles bouches à feu de l'artillerie anglaise ne sont pas encore en service; pour plusieurs d'entre elles, les projectiles à employer ne sont pas encore définitivement adoptés, et ce n'est guère que dans deux ou trois ans que la réorganisation sera complète. Au mois de mars 1884, lord Hartington disait à la Chambre des communes, en présentant le budget de la guerre : « Actuellement, il y a ou il va y avoir sur les navires de guerre anglais 10 canons de 12 pouces, 43 tonnes; 18 de 9po,2, 18 tonnes; 8 de 8 pouces, 12 tonnes; 171 de 6 pouces, 4 tonnes, et 190 de 2 tonnes et au-dessous; au total 400 nouvelles bouches à feu se chargeant par la culasse. Il y a en outre en construction pour la flotte 3 canons de 110 tonnes, 4 de 63 tonnes, 3 de 43 tonnes, et une grande quantité de canons de plus petits calibres. Pour le service à terre, on construit 10 canons de 43 tonnes, 4 de 26 tonnes, et des canons des calibres inférieurs. »

La construction d'un canon de gros calibre dure environ quinze mois. C'est en mettant en construction simultanément un nombre considérable de ces bouches à feu, qu'on espère arriver à ne pas dépasser trois ans pour la période de reconstitution de l'armement. La dépense en argent est énorme. Mais, ainsi que le dit le colonel Maitland en terminant son discours, « le pays, qui n'hésite pas à assurer sa sécurité, ne marchandera pas l'argent; car si, il y a deux ou trois ans, on pouvait ne pas avoir la confiance suffisante pour justifier la grosse dépense que nécessitait une transformation rapide de l'armement, aujourd'hui le temps est venu pour le pays d'envisager la question résolûment, de donner de l'argent et de pousser la fabrication. »

(*A suivre.*)

Digitized by Google

PROPOSITIONS

RELATIVES A

DES PROCÉDÉS DE REPÉRAGE

EN DIRECTION

DANS LE TIR DES BOUCHES A FEU DE PLACE

(PL. II.)

L'application de la méthode du tir indirect et convergent dans les places est intimement liée à une question de premier ordre : le repérage en direction. En effet, si la carte indique la position exacte du but, et par suite l'angle de tir à donner à la bouche à feu, c'est au procédé de repérage qu'il faut avoir recours pour diriger celle-ci sur le but. La puissance d'action d'une pièce correspondant à l'étendue du terrain qu'elle peut battre, dépend du champ de tir que lui concède le procédé de repérage employé. Celui que donne la règle à coulisse modèle 1883 ne dépasse guère 60 à 65°, suivant les affûts ; l'action des bouches à feu se trouve donc maintenue dans des limites restreintes qu'on ne peut dépasser. Pourtant, si l'on remarque que la méthode réglementaire du tir dans les places assure au tir une égale précision, quel que soit l'azimut, on voit que l'on peut dépasser pour celui-ci la limite actuellement imposée, sans que la méthode perde rien de son exactitude. Si donc on étend le champ de tir horizontal des bouches à feu, on augmentera beaucoup la puissance du tir concentrique en permettant, dans une même place, d'utiliser un plus grand nombre de pièces pour la concentration du feu sur un même point.

Que faut-il pour atteindre ce résultat ?

1° Continuer le travail des courbes des points de chute exécuté pour chaque planchette de tir, et le pousser jus-

Digitized by Google

qu'aux directions azimutales de 120°, par exemple, ou même davantage ;

2° Disposer les plates-formes de manière à permettre un tir très oblique par rapport à la directrice, ou bien placer des madriers volants dans la direction de la crosse pour la recevoir pendant le tir ;

3° Enfin, appliquer un système de repérage permettant de diriger la pièce dans tous les azimuts.

C'est à ce dernier but que tendent nos procédés. Leur qualité première est d'assurer à la pièce un champ de tir de 180°.

Ils repèrent l'affût et s'appliquent indistinctement à un affût de forme quelconque (1).

Les deux premiers dispositifs que nous allons exposer sont installés en avant de l'affût, entre l'épaulement et le heurtoir (placé à un mètre du pied du talus intérieur) ; mais ils ménagent un passage de $0^m,50$ environ entre eux et l'épaulement. Cette position par rapport à la masse couvrante les met, ainsi que les pointeurs, complètement à l'abri des coups ennemis.

Ils ont, ainsi que le suivant, l'avantage d'avoir pour base une graduation en degrés, par conséquent unique, quel que soit l'affût à repérer. De plus, le zéro de cette graduation peut toujours être déterminé par le pointage direct de la pièce elle-même sur le but qui marque l'azimut initial quand ce but est visible ; ce qui facilite dans ce cas l'installation première et supprime l'opération délicate de l'orientation des repères du procédé de la règle Voilliard.

Nous présentons en dernier lieu une règle établie d'après le même principe que la règle à coulisse, mais dont la faible longueur supprime les inconvénients de la règle modèle 1883 ; elle permet néanmoins un très grand champ de tir, et donne ainsi toute latitude pour l'emplacement et l'orientation des repères.

(1) Dans les développements qui vont suivre, nous avons supposé, pour l'exemple, qu'il s'agissait des affûts de siège de 120mm et de 155mm.

Digitized by Google

Repérage au moyen du niveau de pointage.

Le principe du procédé que nous allons décrire consiste dans la transformation en angles horizontaux des angles verticaux accusés par le niveau de pointage. Cette transformation s'effectue de la façon suivante :

Supposons que, sur une table horizontale ABC (fig. 1), on étende deux fils parallèles *mp, nq,* l'une des extrémités de chacun d'eux fixée à une réglette M, et l'autre débordant la table et se tendant sous l'action d'un poids quelconque ; on aura ainsi partagé chacun des fils en deux parties, l'une horizontale et l'autre verticale. Aux extrémités *k, l* des portions verticales, attachons un niveau à bulle d'air N, de façon que la bulle soit au milieu de ses repères. Si l'on déplace la réglette M parallèlement à elle-même, ou si, en d'autres termes, on fait mouvoir sur la table les deux extrémités des fils dans leurs prolongements de la même quantité, en avant ou en arrière, la ligne *kl* des points d'attache du niveau se déplacera aussi parallèlement à elle-même, et le niveau restera toujours horizontal. Si, au contraire, on déplace l'extrémité de l'un des fils d'une quantité plus grande que l'autre, la bulle d'air sera déplacée, et l'angle horizontal que la réglette fait alors avec la direction primitive sera donné par le niveau, si l'on fait tourner celui-ci dans le plan vertical des fils de façon à replacer la bulle d'air au milieu de ses repères.

L'appareil réalisant l'application pratique du principe exposé ci-dessus, se compose des éléments suivants :

1° La *table* ABC, montée sur trois pieds et portant une planchette D qui peut tourner dans le plan de la table autour du point O. Sur la table est tracée une graduation de 15° en 15°, à laquelle correspond une série de petits trous *g,* à l'espacement angulaire de 15° ; au moyen d'une cheville F engagée dans ces trous, la planchette peut être fixée en un certain nombre d'orientations, dont la lecture se fait le long du bord de l'échancrure *rst.*

Digitized by Google

2° La *réglette-niveau* M, à laquelle sont attachés les deux cordeaux *mk, nl,* supportant le niveau de pointage N (1). Les cordeaux sont engagés, soit dans les entailles *p, q,* soit dans les entailles *p', q',* et pendent d'un côté ou de l'autre de la planchette D.

3° Une *règle* plate G (fig. 2) de 2 mètres de longueur, sur laquelle sont cloués deux bouts de règle H, K, réunis par une traverse L et terminés par un tenon.

La table est clouée sur trois piquets P, Q, R (fig. 1) que l'on a enfoncés dans le terre-plein en avant du heurtoir et vers son milieu, de façon que leur tête arrive à hauteur de la face inférieure de l'essieu de l'affût. La pièce étant dirigée sur un but éloigné et bien visible qui marque la direction initiale des azimuts du tir, il faut que la planchette D, mise au zéro, soit sensiblement perpendiculaire à l'essieu.

La table étant fixée, on applique sur la plaque de recouvrement d'essieu les tenons des réglettes H, K ; on appuie la réglette-niveau contre la règle G, les cordeaux engagés dans les entailles *p, q,* et l'on déplace la fiole du niveau de façon que la bulle soit entre ses repères. On obtient ainsi la division du limbe qui correspond à l'azimut zéro des directions de tir. Supposons que cet angle soit 24°55'. Voyons comment on pourra pointer la pièce dans une direction quelconque comprise dans un champ de tir de 180°.

1° Cette direction correspond, par exemple, à un azimut de 18°25' d'après la carte. On dispose la planchette mobile à la division 15° à droite ou à gauche du zéro, suivant le cas, puis le niveau à la division 24°55' ± (18°25' — 15°) (2). On appuie la réglette-niveau contre la grande

(1) Les cordeaux ont 0m,75 de longueur. On les fixe d'abord au niveau, l'un au-dessus de l'œil, l'autre à la partie supérieure du mâle de charnière, en assurant l'invariabilité du point d'attache de la façon suivante : on fait un nœud simple à l'extrémité du cordeau, on l'applique sur le cadre du niveau et on entoure les deux objets d'une ligature en ficelle contre laquelle le nœud vient s'appuyer. Les cordeaux sont ensuite fixés à la réglette, au moyen de clous, de manière que la fiole du niveau, placée au milieu du limbe, soit sensiblement parallèle à la réglette.

(2) On met le signe + ou le signe — suivant que le but est à droite ou à gauche de la directrice de la plate-forme.

Digitized by Google

règle, les cordeaux dirigés parallèlement au bord de la planchette, et on rend l'affût à droite ou à gauche, jusqu'à ce que la bulle du niveau soit entre ses repères. Pour les coups suivants, il n'y a qu'à répéter la même opération. Les corrections se font par des modifications de l'angle du niveau.

2° Le but à battre est situé dans l'azimut de 67°35′. L'affût, orienté suivant cette direction très oblique, aura les points d'appui de ses deux roues du même côté de la directrice, et la grande règle appliquée contre l'essieu sera également de ce côté. On dispose la planchette à la division 60°, le niveau à la division (24°55′ ± 7°35′). On applique la réglette-niveau contre le bord de la grande règle voisin des roues, les cordeaux dans les entailles p', q', et on exécute l'opération comme précédemment.

Erreurs résultant de l'application de ce procédé. — Les erreurs qui peuvent résulter de l'application de ce procédé proviendront : d'une fausse position de la planchette mobile, de l'allongement irrégulier des cordeaux, et du manque d'exactitude de la correction faite au moyen du niveau. Nous devons d'ailleurs admettre que le support est parfaitement fixe, que la grande règle est droite, que les bords en sont parallèles.

Si nous supposons la planchette mobile placée à $^1/_5$ de millimètre près dans chacune de ses positions fixes, le diamètre du demi-cercle divisé étant de $0^m,78$, il en résultera un écart de $^1/_{34}$ de degré, donnant une erreur de 2 mètres à 4000 mètres, le degré à cette distance correspondant à 70 mètres.

L'allongement irrégulier des cordeaux entraîne une erreur variable qui ne peut être définie et qui dépend de la qualité des cordeaux. Mais si ceux-ci ont été fortement tendus au préalable et graissés une fois assujettis, s'ils sont d'une qualité analogue à celle du fil d'Angers, la différence de longueur qu'ils présenteront dans le cours d'un tir sera insensible.

Digitized by Google

Le limbe du niveau de pointage étant gradué de 5′ en 5′, on peut donner les angles à 2′,5 près ; il en résultera une erreur en direction de 3 mètres environ pour la distance de 4000 mètres.

L'erreur probable de notre système est donc de : $\sqrt{2^2 + 3^2} = 3^m,65$ à la distance de 4 000 mètres. A cette même distance, l'écart probable en direction du canon de 155^{mm} est de $1^m,1$; l'écart probable définitif résultant de l'application du système à cette pièce est donc de : $\sqrt{3,65^2 + 1,1^2} = 3^m,80$ environ et l'écart maximum à craindre est de 15 mètres.

Remarque. — Si la pièce ne doit tirer que dans un champ de 70°, on peut supprimer la grande règle et appliquer la réglette-niveau directement contre le bord de la plaque de recouvrement d'essieu.

Niveau automatique de repérage (fig. 3).

Le niveau automatique de repérage repose sur le même principe que le dispositif précédent (1).

Il est entièrement en bois et est construit de la façon suivante :

1° Deux *planchettes* A et B sont appliquées l'une sur l'autre et pivotent autour du point O. Sur la planchette A, un peu plus longue que l'autre, est tracée une graduation circulaire *mn* (2) ; l'orientation de la planchette B se lit en regard de traits de repère portés par les tenons *a* et *b*. On fixe la planchette B à l'aide d'un simple piton à vis Q muni d'une rosette ; ce piton est introduit dans la rainure circulaire EF et successivement dans trois trous percés dans la planchette A, en regard de la rainure.

2° Deux *réglettes* R et R′ sont fixées sur la planchette B,

(1) Cet appareil a été expérimenté aux écoles à feu du 15e bataillon d'artillerie de forteresse, au camp de Coëtquidan, en juin 1884, comparativement avec la règle Voilliard, sur l'affût du canon de 155^{mm} long et l'affût de siège et place mod. 1880.

(2) La largeur de la planchette et l'amplitude de la graduation varient suivant le champ de tir horizontal que l'on veut obtenir. La figure 3 représente l'appareil que nous avons construit pour un champ de tir de 60°.

Digitized by Google

de part et d'autre du pivot. Chacune d'elles est munie d'un coulisseau C glissant dans les tasseaux DD′ et constamment sollicité dans le sens de la flèche par un fil élastique *cde*, tendant à appliquer l'arrêtoir *r* contre le tasseau D. Le coulisseau se termine par un T à section ogivale *ik*, renforcé par une lame métallique incrustée dans le bois. Deux rigoles, se correspondant, sont pratiquées dans le fond G de la réglette et la face inférieure du coulisseau, pour loger un cordeau *fgh*, fixé par un clou sous le coulisseau; la rigole de la réglette est adoucie en *g* pour ne pas détériorer le cordeau. Deux rainures *l*, *l′* sont pratiquées dans les tasseaux pour laisser passer le coulisseau; celle du tasseau D′ est élargie pour le passage des fils élastiques. Un couvercle à rebords H, logé entre les tasseaux, protège l'intérieur de la réglette et lui donne l'aspect d'une règle pleine. Les deux cordeaux supportent un niveau N.

Quand l'appareil est au repos, c'est-à-dire quand la vis-arrêt *r* touche le tasseau D, le niveau se trouve à quelques centimètres au-dessous des réglettes.

3° Le support de l'appareil est constitué par quatre piquets, I, J, K, L, enfoncés dans le terre-plein en avant du heurtoir, deux à droite et deux à gauche de la directrice, à $0^m,25$ de celle-ci et à $0^m,30$ l'un de l'autre. Sur la tête de ces piquets sont cloués deux bouts de piquets M, P formant chapeaux, et présentant leurs faces supérieures, sensiblement horizontales, à hauteur du bas de l'essieu de l'affût et leurs extrémités à peu près à l'aplomb du bord postérieur du heurtoir (1).

La pièce étant pointée dans l'azimut initial de tir, une des roues de l'affût touchant le heurtoir, on place l'appareil sur son support et on le fait glisser vers l'affût, en appliquant le T des deux coulisseaux contre le bord de la plaque de recouvrement d'essieu. Les coulisseaux s'enfoncent dans les réglettes et leurs extrémités ressortent du côté de

(1) La longueur des chapeaux est variable, suivant l'affût à repérer ($0^m,50$ environ).

Digitized by Google

l'épaulement ; on pousse l'appareil jusqu'à ce que les têtes des coulisseaux soient à quelques centimètres des tasseaux D ; puis on le déplace à droite ou à gauche jusqu'à ce que le niveau soit à peu près horizontal. On marque alors l'emplacement de la planchette inférieure sur le support et on l'y fixe. On fait ensuite tourner la planchette B de façon que la bulle d'air vienne entre ses repères ; on serre la vis Q et on marque sur les tenons *a* et *b* deux traits de repère verticaux vis-à-vis les divisions 0° et 30° de la graduation circulaire. L'appareil ainsi réglé permet de tirer dans un champ de tir de 60°.

Supposons qu'on veuille tirer dans l'azimut 17°35′, à droite (ou à gauche) de l'azimut initial. On place l'un des deux traits de repère *a* ou *b* à la division 17°35′ (ou à la division 30°—17°35′). On met l'affût en batterie ; il refoule les coulisseaux et le pointeur fait rendre la crosse à droite ou à gauche jusqu'à ce que la bulle d'air soit entre ses repères. La pièce est pointée en direction. Quand le coup part, les coulisseaux sont ramenés en arrière par les fils élastiques.

Les corrections pour les coups suivants se font par des déplacements de la planchette B, et on répète la même opération pour repérer de nouveau l'affût.

Nous avons pu constater que cet appareil est d'un emploi très facile et très rapide ; les corrections faites, on n'a plus à s'en préoccuper ; il suffit, pour repérer la pièce, d'observer la bulle du niveau et de la faire amener au milieu de ses repères par des déplacements de la crosse.

Le niveau automatique a été comparé, comme instrument de repérage, avec la règle à coulisse modèle 1883 de la manière suivante : le canon de 155^{mm} long étant pointé et sa direction repérée au moyen de la règle à coulisse, la bulle du niveau a été placée entre ses repères. Le coup parti, la bulle a été ramenée entre ses repères à l'aide des déplacements de l'affût, puis celui-ci repéré au moyen de la règle à coulisse. Dans cette dernière opération, le curseur

Digitized by Google

de la règle a toujours été fixé à un ou deux millimètres près de sa position primitive.

Règle de repérage à T mobile (fig. 4 et 5).

La règle de repérage à T mobile est en bois et se compose de deux parties : la règle A et le T mobile B, pouvant tourner sur la première autour d'un point O. Deux traits de repère *r* et *r'* marqués, l'un sur la règle, l'autre sur la grande branche du T, indiquent par leur coïncidence une direction constante du T par rapport à la règle.

L'emploi de cet instrument pour le repérage repose sur le principe suivant :

Supposons la règle A placée suivant une direction originaire fixe XY ; mettons en coïncidence les traits de repère *r, r'* et appliquons un objet rectiligne quelconque contre les tenons *t*, *t'* de la petite branche du T.

Si l'on fait tourner la règle de l'angle α et si l'on appuie comme précédemment l'objet contre le T, il fera un angle α avec sa position initiale, quand les deux traits de repère coïncideront.

Réciproquement, si la règle A reste dirigée suivant XY, l'écartement angulaire des traits *rr'* mesurera l'angle α de l'objet avec sa position initiale.

Disposition pour un champ de tir de 120° *ou de* 180°.

Le système, dans ce cas, comprend deux parties (fig. 4) :

1° Une *règle à T mobile,* munie d'une vis *s* engagée dans une petite rainure du T pour limiter son mouvement de rotation.

2° Un *support de règle,* formé d'une planche mobile CD portant à l'une de ses extrémités un clou pivot *m,* et à l'autre une planchette EF dont le bord extérieur est circulaire. A cette même extrémité est clouée une équerre H permettant, au moyen d'un piton à vis *v,* de fixer la planche mobile dans une position quelconque, sur une échelle circulaire P, graduée de 0° à 30°.

Digitized by Google

Deux tasseaux triangulaires *abc*, *a'b'c'*, dont les angles au sommet *a*, *a'* sont égaux à 30°, sont cloués sur la planche CD, leurs côtés *ac* et *a'c'* inclinés de 10° environ sur une perpendiculaire aux grands côtés de la planche.

Le support s'installe de la façon suivante:

Devant le milieu du heurtoir, et à 0m,50 de l'épaulement, on enfonce un piquet L dont la tête arrive à hauteur du bord de la plaque de recouvrement d'essieu, puis deux autres M, N à gauche de la plate-forme, l'un en avant, l'autre en arrière de la direction du heurtoir. On enfonce sur la tête du premier piquet le pivot *m* de la planche mobile, et l'on cloue l'échelle P sur les deux piquets de gauche de façon que l'extrémité de la planche mobile en suive le bord dans son mouvement de rotation, et que le côté *ac* du tasseau *abc* soit à peu près parallèle à la directrice de la plate-forme, quand la planche mobile est à l'extrémité de l'échelle P, voisine de l'épaulement.

Une échelle semblable est installée symétriquement à droite de la plate-forme.

La pièce étant pointée dans l'azimut initial de tir voisin de la direction de l'axe de la plate-forme, et la planche mobile portant sur l'une des échelles P, on applique le bord de la règle à T contre le côté intérieur *ac* ou *a'c'* de l'un des tasseaux. On fait tourner la planche mobile autour du pivot *m* jusqu'à ce que, tout en maintenant la règle contre le tasseau et appliquant en même temps les deux tenons *t*, *t'* du T contre le bord de la plaque de recouvrement d'essieu, on arrive à faire coïncider les repères *r* et *r'*.

On marque alors un trait de repère vertical sur la planchette EF, vis-à-vis le zéro de la graduation circulaire. Ensuite on enlève la planche mobile et on la dispose de la même manière de l'autre côté de la plate-forme, en introduisant la pointe du clou-pivot dans son logement sur la tête du piquet L ; on répète l'opération précédente, et on marque un deuxième trait de repère vis-à-vis le zéro de la seconde échelle ; les deux traits de repère sont désignés,

Digitized by Google

l'un par G (gauche), l'autre par D (droite). Cela fait, le système est préparé pour le repérage de la pièce dans un champ de tir de 120°.

Supposons qu'on veuille tirer dans l'azimut 28°35′ gauche. On fixe la planche mobile à la division 28°35′ sur l'échelle P, on appuie la règle contre le côté *ac* du tasseau *abc*, et on la fait glisser le long de ce côté jusqu'à ce que le T appuie contre le bord de la plaque de recouvrement d'essieu ; puis on rend l'affût à droite ou à gauche jusqu'à ce que les traits de repère *r* et *r′* de la règle et du T soient en coïncidence. L'affût est alors repéré. Les corrections se font, pour les coups suivants, par des déplacements de la planche mobile.

Si l'azimut α dans lequel on doit tirer dépasse 30°, on appuie la règle à T sur le côté extérieur *ab* du même triangle, en fixant la planche mobile à la division α—30°.

Pour obtenir un champ de tir de 180°, il suffit de remplacer les tasseaux à angle de 30° par d'autres dont l'angle au sommet est de 60° ; chacun d'eux porte deux pointes donnant la direction de la bissectrice de cet angle. La règle à T, en venant s'appuyer successivement sur les côtés des triangles ou sur les pointes, donne toutes les directions de tir dans un champ de 180°.

Disposition pour un champ de tir de 60° ou au-dessous.

Dans ce cas, la règle A porte elle-même son échelle graduée, et l'installation devient des plus simples (fig. 5).

Le mouvement de rotation du T par rapport à la règle n'est plus limité. Sur la face supérieure de la règle est fixée une planchette MN, dont l'un des bords est circulaire et gradué de 0° à 30°, de chaque côté du zéro marqué en son milieu.

L'extrémité de la grande branche du T mobile peut être déplacée d'un bout à l'autre de cette échelle ; toutefois, on en limite le jeu suivant les circonstances et on l'empêche de ballotter au moyen de la réglette R qui ne lui permet qu'un

Digitized by Google

jeu de 15° environ ; 8 trous percés à l'avance dans la planchette graduée, reçoivent de deux en deux les pitons à vis *v, v'* qui fixent la réglette R dans la position correspondante au champ que l'on veut accorder à la grande branche du T. Ce dispositif, d'une construction très simple et permettant un champ de tir de 60°, peut être utilement employé pour les pièces de siège. Il suffit, pour l'installer, de deux piquets plantés sur la directrice de la plate-forme entre le heurtoir et l'épaulement, leurs sommets à hauteur de la plaque de recouvrement d'essieu.

Sur la tête de chacun d'eux est enfoncé un clou, et l'on a ainsi deux repères assurant une direction fixe, le long de laquelle on fait glisser le bord de la règle.

La pièce étant pointée dans l'azimut initial de tir, on applique la règle contre les repères, on appuie les tenons *t, t'* contre le bord de la plaque de recouvrement d'essieu, et l'on trace un trait de repère vertical *r* sur la grande branche du T vis-à-vis le zéro *r'* de la graduation circulaire.

Supposons qu'on veuille tirer dans l'azimut 19°35', par exemple. On appuie le bord de la règle contre les repères et le T contre l'affût, et on rend celui-ci à droite ou à gauche, jusqu'à ce que le trait *r* soit vis-à-vis la division 19°35' de la graduation. Pour les coups suivants, on répète la même opération, en faisant les corrections, s'il y a lieu, sur la graduation circulaire. Quand le tir est réglé, on marque d'un point au crayon la division qui doit servir au tir [1].

Règle de repérage à ruban (fig. 6).

L'emploi de la *règle de repérage à ruban* est fondé sur le même principe que celui de la règle à coulisse modèle 1883 ; mais il en diffère en ce que c'est avec la règle elle-

[1] On peut très facilement improviser cet instrument dans les batteries de siège, en employant une planchette rectiligne divisée en centimètres au lieu de la planchette à bord circulaire divisée en degrés. La division correspondant au pointage initial, dans un azimut quelconque, se détermine par une simple proportion, connaissant les dimensions de la règle et les distances du but à la batterie et au plan vertical qui marque l'azimut initial de tir.

Digitized by Google

même que l'on mesure la distance du piquet d'essieu au bout de la fusée et que la règle porte un ruban enroulé, au moyen duquel on mesure la différence entre les deux distances qui séparent les piquets de l'affût.

Il en résulte que la longueur de la règle est constante, $1^m,20$, quelle que soit la direction à donner à l'affût, et que, le ruban enroulé pouvant être aussi grand que l'on veut, le champ de tir obtenu au moyen de cette règle de petite longueur devient pour ainsi dire illimité. Les inconvénients de la règle à coulisse modèle 1883, que nous avons énumérés plus haut, sont totalement supprimés, et le maniement de la règle est rendu beaucoup plus commode (1).

La règle à ruban est construite de la façon suivante :

La règle n'est pas graduée ; elle est pourvue d'un curseur C et porte à l'une de ses extrémités une plaque B et une pointe métallique *h*, à l'autre une double équerre DE formant boîte pour une poulie métallique P tournant autour d'un pivot fixe M.

Sur la gorge de la poulie est enroulé un ruban en acier de $2^m,80$ de longueur, gradué en millimètres, et portant un curseur plat V (fig. 7). L'une des extrémités du ruban est fixée à la gorge de la poulie en *s*. La partie non enroulée se développe dans une rainure creusée dans la face supérieure de la règle et approfondie en *q* du côté de la poulie ; l'extrémité du ruban traverse la fenêtre *f*, percée dans la plaque B, et porte un goujon *k* muni d'un tenon *t* permettant de le saisir. La poulie contient en outre un ressort en spirale *z* (fig. 8), fixé d'une part au pivot M et, de l'autre, en *i*, à la face intérieure du fond de la gorge. A sa position de repos, le ressort maintient le goujon *k* appliqué contre la plaque B.

Le dispositif à installer est le même que celui de la règle à coulisse modèle 1883.

Pour repérer la pièce, on place la pointe *h* de la règle

(1) Le maniement de la règle à ruban exige deux opérateurs, mais il en est de même pour la règle modèle 1883.

Digitized by Google

dans le coup de pointeau de la fusée d'essieu et le curseur C contre le repère d'essieu ; on le fixe dans cette position. On porte ensuite la règle sur le repère de crosse en appuyant le curseur contre ce repère ; puis saisissant le tenon *t*, on déroule le ruban de la quantité nécessaire pour que la pointe du goujon *k* pénètre dans le coup de pointeau de la crosse. Dans ce mouvement, le ruban est tendu par l'action du ressort, et d'autant plus fortement que la longueur déroulée est plus grande, ce qui est une condition favorable pour l'exactitude des mesures. On fait ensuite glisser le curseur V du ruban contre la plaque B et on le fixe dans cette position; puis on abandonne le ruban qui rentre dans la règle en s'enroulant automatiquement sur la poulie.

Pour pointer la pièce dans un azimut faisant un angle α avec le précédent, on répète la même opération ; on déplace le curseur de la règle pour l'appuyer contre le repère de l'essieu et on le fixe. On se transporte au repère de crosse, contre lequel l'aide qui tient la règle applique le curseur C, et on tire le ruban jusqu'à ce que son curseur apparaisse dans la rainure de la règle. On le fixe à la division correspondant à l'angle α, d'après les tableaux établis pour la règle Voilliard, et on continue de tirer sur le ruban jusqu'à ce que le curseur vienne buter contre la fenêtre *f*; on rend alors la crosse à droite ou à gauche jusqu'à ce que la pointe du goujon *k* pénètre dans le coup de pointeau. Pour le coup suivant, on répète la même opération sans déranger le curseur du ruban ; la différence des distances entre les deux repères et l'affût est la même qu'au coup précédent, puisque cette différence est portée par le ruban et que son curseur n'a pas été dérangé ; par suite la pièce est pointée dans l'azimut α.

Les corrections se font par des déplacements du curseur du ruban.

DANION,
Lieutenant d'artillerie.

Digitized by Google

LA

RÉORGANISATION DE L'ARTILLERIE

EN

AUTRICHE-HONGRIE

[D'après la *Vedette* (1).]

La *Revue* a donné récemment un résumé du projet de réorganisation de l'artillerie de campagne autrichienne (2). Ce projet est aujourd'hui définitivement adopté et la nouvelle organisation doit fonctionner à partir du 1er mai prochain. Elle s'étend, non seulement à l'artillerie de campagne, mais encore à l'artillerie de forteresse et à l'état-major de l'artillerie. Voici quelques détails complémentaires sur la nouvelle constitution du corps de l'artillerie :

Artillerie de campagne. — Chacune des 14 brigades porte le numéro du corps d'armée auquel elle est affectée. Chacun des 14 régiments de corps porte le numéro de sa brigade et le nom de son propriétaire. Les groupes (*Division*) indépendants de batteries lourdes (artillerie divisionnaire) sont numérotés de 1 à 28, les deux premiers formant brigade avec le 1er régiment de corps, les deux suivants avec le 2e, et ainsi de suite.

Chaque groupe indépendant comprend trois batteries lourdes, un cadre de dépôt et un cadre de parc de munitions.

Dans chaque régiment, le groupe de batteries lourdes porte le n° 1 et ses batteries sont numérotées 1, 2 et 3 ; le groupe de batteries légères porte le n° 2 et ses batteries

(1) Année 1885, nos 15, 16, 19 et 20.
(2) Voir *Revue d'artillerie*, décembre 1884, t. XXV, p. 282.

Digitized by Google

sont numérotées 4 et 5. En dehors des batteries, chaque régiment comporte un état-major, un cadre de parc de munitions et un cadre de dépôt.

Les régiments 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10 et 11 comprennent, en outre, chacun un groupe de batteries à cheval (1 état-major et 2 batteries), portant le numéro du régiment [1]. A chacun des régiments 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 13 et 14 est rattaché un groupe de batteries lourdes, à effectif réduit en temps de paix (1 état-major, 3 batteries et un cadre de parc de munitions), portant un des numéros de 29 à 37 [2]. Enfin, chaque régiment, sauf le 4e et le 5e, comprend une batterie de montagne.

Sur le pied de guerre, le cadre de parc du régiment de corps forme le parc de corps d'armée, plus deux colonnes de munitions destinées à entrer dans la composition des parcs d'armées ; les autres cadres du temps de paix permettent de former les dépôts des régiments et un parc pour chacun des groupes de batteries lourdes 29 à 37. De plus, en cas de besoin, chacun des régiments comportant une batterie de montagne, peut en former une deuxième.

On constitue pour chacun des groupes de batteries lourdes 1 à 28 un dépôt et un parc. Les divisions de batteries à cheval ne constituent ni dépôt, ni parc de munitions.

Les batteries lourdes sont armées du canon de 9c, les batteries légères et les batteries à cheval du canon de 8c, les batteries de montagne du canon de 7c.

Les brigades d'artillerie sont stationnées en temps de paix sur le territoire des corps d'armée auxquels elles appartiennent ; exception est faite pour la 14e brigade, stationnée sur le territoire du 2e corps (Vienne). Autant que possible, les régiments de corps tiennent garnison au chef-lieu de leur corps d'armée, et les groupes indépendants de batteries lourdes, au chef-lieu de leur division d'infanterie. Les cadres de parc et de dépôt de chaque régi-

(1) Pour les divisions de cavalerie indépendantes.
(2) Destinés à des divisions d'infanterie de landwehr.

Digitized by Google

ment doivent toujours se trouver avec l'état-major du régiment.

Le commandement est exercé : dans une brigade, par un général ou un colonel; dans un régiment, par un colonel; dans un groupe indépendant de batteries lourdes, par un lieutenant-colonel ou un major; chacun des groupes d'un régiment est commandé par un lieutenant-colonel, un major ou un capitaine, désigné par le ministre sur la proposition du colonel. Les commandants d'unités ou de sous-unités ne doivent être déplacés qu'en cas d'absolue nécessité.

Le colonel dirige l'instruction de son régiment; les commandants de groupe (y compris ceux des groupes 29 à 37) sont responsables envers lui de l'instruction de leurs groupes.

Au point de vue administratif, les régiments de corps (y compris les groupes de batteries à cheval), les groupes indépendants 1 à 28, les groupes de batteries lourdes 29 à 37, constituent autant d'unités distinctes. A la mobilisation, les groupes à cheval et les dépôts des régiments de corps deviennent unités administratives; les batteries de montagne, les colonnes de munitions de parc d'armée, les dépôts des groupes 1 à 28, deviennent sous-unités s'administrant séparément.

Lorsqu'à la mobilisation les groupes 29 à 37 et les groupes à cheval se séparent des régiments, leurs chefs sont investis d'une partie des droits du colonel, mais ils doivent rendre compte à ce dernier de l'exercice de ces droits en tout ce qui a rapport aux officiers.

Artillerie de forteresse. — L'artillerie de forteresse reste constituée par 12 bataillons à 6 compagnies, la 6e n'existant en temps de paix qu'à l'état de cadres. Le bataillon n° 9 comprend en plus 3 batteries de montagne portant les numéros 1, 3 et 5 qui se dédoublent à la mobilisation pour former trois autres batteries numérotées 2, 4 et 6.

Digitized by Google

Les bataillons de forteresse sont stationnés dans les places fortes; le cadre de la 6e compagnie tient toujours garnison dans la même ville que l'état-major du bataillon. Chaque bataillon, formant unité administrative, est commandé par un lieutenant-colonel ou un major, qui a les mêmes droits que le colonel commandant un régiment de corps.

État-major de l'artillerie. — L'état-major de l'artillerie comprend tous les officiers qui remplissent, auprès des commandements élevés de l'armée, les fonctions d'aide et de conseil pour toutes les questions relatives à l'arme. Comptent aussi à l'état-major de l'artillerie les officiers chefs-artificiers, directeurs des travaux des salles d'artifices.

Les officiers de l'état-major particulier proviennent des troupes de campagne et de forteresse ou de l'artillerie technique. Malgré les emplois différents des officiers dans l'un de ces trois services, il n'est dressé pour chaque grade, depuis le moins élevé jusqu'à celui de lieutenant-colonel, qu'une seule liste d'ancienneté et l'avancement se fait sur toute l'arme.

En temps de paix, l'état-major de l'artillerie comprend : 11 généraux, 14 colonels, 9 lieutenants-colonels, 4 majors, 53 capitaines, dont 35 de 1re classe, et 25 lieutenants en premier; en tout 116 officiers, auxquels il faut ajouter 1 lieutenant-colonel, 3 majors, 4 lieutenants en premier et 2 lieutenants employés dans les provinces d'occupation. En dehors de ces chiffres, il peut encore y avoir certains officiers chargés de fonctions non prévues par la loi organique, et qui sont alors classés hors rang (*übercomplet*).

Les fonctions des généraux et des officiers de l'état-major de l'artillerie consistent dans le commandement des brigades, la surveillance des établissements, la visite du matériel, l'examen des projets relatifs à l'arme soumis au comité militaire technique et administratif; ils peuvent aussi être employés dans les corps de troupe.

Digitized by Google

En guerre, les cadres de l'état-major particulier ne sont pas fixes : le nombre des officiers de ce service dépend du nombre et du groupement des corps d'armée mobilisés ; on remplit les emplois vacants en prenant d'abord les officiers adjoints au comité, puis ceux détachés dans les écoles, et enfin des officiers des corps de troupes ou de l'artillerie technique.

Parmi les fonctions d'état-major, les plus importantes sont celles d'inspecteur général, de commandant de brigade, de directeur de l'arsenal, de directeur d'artillerie de forteresse et, dans les provinces d'occupation, de directeur d'artillerie et d'inspecteur.

L'inspecteur général étend sa surveillance sur l'arme tout entière. Il inspecte les corps de troupes, les écoles, les établissements, s'assure de l'instruction des hommes et des officiers, du bon état du matériel, de l'exécution des règlements et de la bonne administration des corps et services. Il ne donne ni ordres, ni instructions, mais provoque les ordres du ministre. Il assiste aux expériences importantes et donne son avis au ministre, indépendamment des commissions. Il propose au ministre les mutations, avancements et modifications quelconques à effectuer dans le personnel des généraux, des officiers supérieurs et d'état-major, et des cadets. Il annote ou vise les folios individuels de notes de tous les officiers d'artillerie.

Les commandants de brigade d'artillerie ont sous leurs ordres toutes les troupes et tous les établissements d'artillerie de leur région, à l'exclusion des troupes et établissements des forteresses, sur lesquels ils n'ont qu'une action de haute surveillance. Leurs attributions s'étendent, dans les limites de leur commandement, à l'instruction, à la discipline, au matériel, à l'administration et à la fabrication dans les établissements.

Le directeur de l'arsenal de l'artillerie exerce les droits d'un général de brigade sur l'arsenal de Vienne et le dépôt de matériel de Wiener-Neustadt. Ces établissements

Digitized by Google

échappent ainsi à l'autorité du commandement territorial de l'artillerie. Le directeur de l'arsenal relève directement du ministre, au point de vue technique, et du commandant du 2e corps d'armée (Vienne) sous tous les autres rapports.

Les directeurs d'artillerie de forteresse exercent les droits d'un commandant de brigade sur les troupes et les établissements de leur place. Il y a des directeurs à Cracovie, Przemysl, Pola, Comorn, Olmütz, Carlsbourg, Peterwardein, Trente et Cattaro. Dans les autres places fortes, les fonctions de directeur sont remplies par les commandants des bataillons de forteresse qui y sont stationnés, ou à défaut, par des officiers désignés par le ministre.

Dans les provinces d'occupation (14e et 15e corps et commandement militaire de Zara), les fonctions de commandant de brigade sont exercées par des directeurs d'artillerie, colonels ou lieutenants-colonels, ayant sous leurs ordres des inspecteurs d'artillerie en résidence à Serajewo (Bosna-Seraï), Banjaluka et Mostar. Ces inspecteurs ont autorité sur toutes les troupes stationnées dans leur région.

Relations entre les troupes d'artillerie et les états-majors. — Sur le territoire austro-hongrois, les relations entre le commandant de corps d'armée et les commandants de régiments ou de groupes de batteries indépendantes ont lieu par la voie du commandant de la brigade d'artillerie; les relations entre le corps d'armée et les bataillons de forteresse, par la voie du commandant de la brigade, ou éventuellement par celle du directeur d'artillerie de forteresse. Dans les provinces d'occupation, les relations entre le commandement supérieur et les troupes ont lieu par la voie des directeurs d'artillerie et des inspecteurs.

Les détachements en dehors de la région sont sous les ordres du général commandant la région où ils stationnent, par la voie du commandant de la brigade ou du directeur d'artillerie de cette région. Les relations entre une fraction

Digitized by Google

détachée et la portion centrale se font par la voie du commandant de la région où la fraction est stationnée.

La 14e brigade, stationnée sur le territoire du 2e corps, est tout entière, en temps de paix, sous les ordres du commandant de ce corps; en guerre, elle passe sous les ordres du commandant du 14e corps.

Les commandants de divisions d'infanterie ont droit d'inspection sur les groupes d'artillerie affectés à leurs divisions.

En paix comme en guerre, les commandants des différentes unités d'artillerie sont les aides et les conseils, en ce qui concerne leur arme, des commandants de divisions, corps d'armée, armées, des gouverneurs de forteresse, des commandants des corps de siège, auxquels leur troupe est affectée.

A la mobilisation, les commandants de brigade d'artillerie sont remplacés, sur le territoire, par des inspecteurs nommés par le ministre, qui étendent leur autorité sur les dépôts et les établissements d'artillerie d'une ou de plusieurs régions.

Digitized by Google

RENSEIGNEMENTS DIVERS

Allemagne : Ponts en fer mobiles et exercice des troupes de chemins de fer.— Le projet de budget pour 1885-1886, actuellement déposé au Reichstag, porte un crédit de 375 000 marks pour l'acquisition de ponts en fer mobiles. Ces ponts devront entrer dans la composition du matériel que les compagnies de chemins de fer mobilisées emporteront avec elles. Précédemment, en 1876, un crédit de 60 000 marks avait déjà été demandé, pour l'achat d'un pont de cette nature inventé par un ingénieur de Carlsruhe et qui avait séduit les officiers du grand état-major. Ce pont avait une longueur de 40 mètres et se divisait en 5 travées, susceptibles d'être utilisées isolément ou réunies. Une revue austro-hongroise, l'*Oesterreichisch-Ungarische militärische Blätter,* en 1877, a fait un compte rendu très élogieux de ce pont mobile.

Le chiffre élevé du crédit affecté en 1885 à une simple fraction du matériel de campagne des compagnies d'ouvriers de chemins de fer prouve l'attention jalouse dont l'autorité militaire prussienne honore le corps des troupes de chemins de fer. Rien n'est épargné pour augmenter les ressources de ce corps en personnel instruit et en matériel soit d'instruction, soit de campagne.

Le lecteur sait que les troupes de chemins de fer de l'empire allemand comprennent 1 régiment prussien à 2 bataillons et 1 compagnie bavaroise. Elles sont placées sous la dépendance immédiate du chef de l'état-major de l'armée et disposent en Prusse et en Bavière d'un tronçon de voie ferrée propre pour leurs exercices.

Le matériel et le personnel dont disposent présentement les troupes de chemins de fer de l'Empire sont considérables. Chaque compagnie aura à sa disposition un train spécial dont l'outillage strictement détaillé se trouve emmagasiné

Digitized by Google

dans un bâtiment *ad hoc*. Les documents officiels avouent la constitution, en cas de mobilisation, de 16 compagnies prussiennes dont 8 de construction, 4 d'exploitation, 2 d'ouvriers et 2 de dépôt — et de 2 compagnies bavaroises ; mais il faut admettre que ce chiffre sera sensiblement dépassé.

De nombreuses formations supplémentaires recevront le jour. En 1877 déjà, le général Paris donnait comme chiffre des officiers du Beurlaubtenstand (réserve et landwehr), affectés aux troupes de chemins de fer, 192 ; savoir : 73 officiers de réserve, 8 capitaines, 37 premiers-lieutenants, 74 seconds-lieutenants de landwehr. Ces nombres se sont fort accrus depuis cette époque.

(*Avenir militaire*, n° 986.)

Allemagne : Expériences d'artillerie exécutées à l'usine Krupp. — Des expériences assez intéressantes ont eu lieu pendant les mois de novembre et de décembre 1884 au polygone Krupp, à Meppen.

En novembre, on a expérimenté les effets de la poudre brune prismatique (dite poudre chocolat) dans les bouches à feu de différents calibres. On a tiré successivement : des canons lourds de 12^{c} ayant 25, 30 et 35 calibres de longueur d'âme ; des canons lourds de 15^{c}, de 25, 30 et 35 calibres ; des canons lourds de 17^{c}, de 25 et 30 calibres ; des canons de 24^{c} de 30 calibres ; des canons de 26^{c} de 35 calibres ; des canons légers de 28^{c} de 30 calibres ; des canons de 28^{c} de 35 calibres ; enfin, des canons de 30^{c},5 ayant 25 et 35 calibres de longueur.

Les poids des charges ont varié entre 7^{kg},5 et 137^{kg},6, ceux des projectiles entre 20 kg. et 455 kg., et les vitesses initiales entre 371 mètres et 600 mètres ; ces deux vitesses extrêmes étaient données, l'une par le canon lourd de 15^{c} de 25 calibres avec 8 kg. de poudre et un projectile de 39^{kg},400, l'autre par le canon de 15^{c} de 35 calibres avec une charge de 17 kg. et un projectile de 39^{kg},800.

On a tiré diverses espèces de poudres prismatiques bru-

Digitized by Google

nes comparativement avec la poudre prismatique noire, et dans tous les essais la poudre brune s'est montrée très supérieure à l'autre.

Tandis que, dans le canon de 17^{c} de 30 calibres, une charge de 26 kg. de poudre noire imprimait au projectile de 78 kg. une vitesse initiale de 501 mètres, une même charge de poudre brune donnait 540 mètres de vitesse et n'augmentait la pression que de 60 atmosphères.

La régularité de cette poudre s'est également montrée remarquable : l'écart maximum des vitesses initiales d'une salve de 5 coups n'a été que de 3^{m},2 avec la poudre brune ; avec la poudre noire, au contraire, les vitesses ont varié de 5^{m},9.

Dans des essais comparatifs faits dans le canon de 28^{c} avec cinq espèces différentes de poudre brune, c'est la poudre C/82. D. 2. 84 qui a donné les meilleurs résultats, à savoir une vitesse initiale de 560 mètres et 2 585 atmosphères de pression avec une charge de 115 kg. et un projectile de 345 kg.

Il est intéressant de résumer les résultats comparatifs d'un tir de justesse contre une cible distante de 2 026 mètres, faits avec un canon de 28^{c} de côte, de 30 calibres, lançant avec 84 kg. de poudre brune un projectile de 255 kg. ayant 2,8 calibres de longueur, et un autre de 345 kg. ayant 3,5 calibres de longueur.

Dans une salve de 4 coups tirés avec le premier projectile, les dispersions ont été de 1^{m},05 en hauteur, de 1^{m},65 en largeur et de 29 mètres en portée ; les écarts moyens ont été respectivement de 0^{m},38 — 0^{m},42 — 10^{m},3.

Dans une salve de 5 coups tirés avec le second projectile, les dispersions ont été de 0^{m},75 en hauteur, de 0^{m},60 en largeur et de 8 mètres en portée ; les écarts moyens ont été respectivement : 0^{m},23 — 0^{m},18 — 2^{m},3.

Ces résultats mettent en évidence la supériorité de justesse que possèdent les projectiles ayant une plus grande longueur.

Digitized by Google

La mesure des dérivations montre que le projectile le plus long est aussi le plus stable sur sa trajectoire; car, tandis que la dérivation de l'obus de deux calibres et demi est de $2^{m},75$ à 2 100 mètres, celle de l'obus de trois calibres et demi n'est que de $0^{m},43$ à la même distance.

En décembre, on a continué les tirs du mortier de 15^{c}, destinés à la vérification des tables. On a fait varier les charges de $0^{kg},5$ à $2^{kg},5$, et les angles de 6° à 30°; les portées limites obtenues ont été 291 mètres et 5 865 mètres; les dispersions correspondantes ont été de 10 mètres et de 99 mètres en portée, de $0^{m},80$ et de 3 mètres en direction.

(*Deutsche Heeres-Zeitung*, n° 19.)

Allemagne : Appareil à graisser les cartouches. — Pour conserver le plus longtemps possible les armes en état de faire feu, il est nécessaire de graisser les cartouches avec beaucoup de soin. Le graissage doit être uniforme et l'opération doit pouvoir se faire rapidement.

M. Muller, premier-lieutenant du 6e régiment d'infanterie de l'armée bavaroise, vient d'inventer un appareil réalisant ces conditions. Cette invention a été expérimentée déjà dans plusieurs régiments et les rapports sont, paraît-il, unanimement favorables.

L'appareil, d'une utilité incontestable en temps de paix, deviendrait véritablement précieux en cas de mobilisation. Il permet à un atelier de 10 à 12 hommes de graisser plus de 100 000 cartouches en 10 à 12 heures de travail. Le graissage s'effectue avec une précision mathématique et la quantité de combustible est presque insignifiante. Le prix de l'appareil, avec une plaque de graissage en fer est de 38 fr.; chaque plaque en plus (il en faudrait une vingtaine en cas de mobilisation) revient à 3 fr. (*Armeeblatt*, n° 5.)

États-Unis : Projectiles à dynamite. — On poursuit aux États-Unis les expériences relatives au mode de lancement des obus chargés de dynamite, en se servant,

Digitized by Google

comme moyen de propulsion, soit de la poudre à canon, soit de l'air comprimé.

Les expériences relatives au premier système ont été faites à différents endroits avec des résultats divers (1). A Port-Lobos, un projectile de 76mm chargé de 200 grammes de dynamite fit explosion dans l'âme du canon, sous la charge de 453 grammes de poudre. La bouche à feu fut brisée en trois morceaux, dont deux furent projetés à 6 et 30 mètres de distance. Les essais suivants furent plus heureux, et tout dernièrement, des expériences exécutées avec un obusier rayé de 6 pouces (152mm), ont pleinement réussi.

Le premier de ces tirs eut lieu le 9 mars dernier ; on se servit de l'appareil Snyder (2), et d'un projectile chargé de 5kg,400 de gélatine explosive contenant 95 p. 100 de nitroglycérine. La charge de la bouche à feu était la charge maximum donnée par les tables, en poudre prismatique ordinaire. Le projectile frappa la cible, qui fut hachée ; le massif de maçonnerie qui la portait fut fortement endommagé. La violence de l'explosion brisa les vitres de maisons situées à 350 mètres du but.

Le 12 mars, on tira avec le même obusier 4 projectiles chargés de 5 kg. de gélatine explosive. On prit comme but un escarpement rocheux situé à une distance d'environ 900 mètres. Le premier coup frappa l'angle du but et enleva plusieurs tonnes de pierres qui furent projetées à grande distance ; la surface du roc fut broyée sur un rayon de 10 mètres autour du point d'impact. Le second projectile atteignit le centre du rocher, et fit un entonnoir de 1m,80 de profondeur sur 7m,50 de diamètre : certains fragments furent projetés à 800 mètres de distance. Les deux derniers coups produisirent des résultats analogues.

D'autres essais doivent avoir lieu prochainement avec des obus de 8po (203mm).

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, juillet 1884, t. XXIV, p. 375, et t. XXV, octobre 1884, p. 79, novembre 1884, p. 189.

(2) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t. XXV, p. 368.

Digitized by Google

Les expériences avec les canons à air comprimé ont aussi bien réussi. Au fort Lafayette, on s'est servi d'un canon de 4po (102mm) lançant un projectile de 19 kg. sous une pression de 77 kg. par centimètre carré. Le but était une cible flottante de 1m,80 de longueur sur 1 mètre de hauteur, placée à une distance de 550 mètres. Les quatre premiers obus, chargés de 6kg,8 de dynamite, ne touchèrent pas le but, mais firent explosion au contact de l'eau. Un dernier projectile, renfermant 4kg,500 de dynamite, frappa la cible qui s'enflamma et coula à fond.

(D'après la *Rivista Marittima* et l'*Army and Navy Journal.*)

États-Unis : Fusils à répétition. — Le ministre de la guerre a donné l'ordre de mettre en service : au 6e régiment d'infanterie, 370 fusils Lee; au 13e, 370 fusils Chafee-Reece; au 17e, 370 fusils Hotchkiss, et au 1er, 370 fusils Lee. Ces armes proviennent de la fabrique de Springfield. Les chefs de corps devront, après une certaine période, adresser au ministre des rapports qui permettront de comparer ces différentes armes.

(*Revista militar española,* n° 8.)

Hollande : Modification de la charge du canon de campagne. — En même temps qu'on adoptait une nouvelle poudre, provenant de la fabrique de Rothweil-Hambourg, on a réduit la charge du canon de campagne de 1kg,600 à 1kg,500.

On a tiré parti de la place ainsi gagnée dans la chambre de la gargousse en décomposant la charge en deux sachets contenant chacun 0kg,750. Lorsqu'on veut faire du tir plongeant contre des buts abrités, on emploie un seul sachet.

La régularité et l'efficacité de la nouvelle poudre sont égales à celles de l'ancienne. Dans les essais comparatifs faits à Scheveninger, les vitesses initiales ont été respectivement de 461 et de 457 mètres et les pressions de 1 866

Digitized by Google

et de 1 941 atmosphères. Les écarts en hauteur et en portée se sont montrés de même ordre, et les portées sous un même angle ont été absolument comparables. On conservera donc, avec le nouveau système de chargement, les anciennes tables de tir. (*Armeeblatt*, n° 3.)

Italie : Création de pelotons d'élèves-officiers. — Dans le but de faciliter l'instruction des hommes de troupe qui aspirent à être nommés sous-lieutenants de complément, par application de la loi du 29 juin 1882, le ministre de la guerre a décidé, à la date du 10 décembre 1884, la création de pelotons spéciaux d'élèves-officiers près des corps de troupes désignés chaque année dans des garnisons déterminées.

Ces pelotons seront constitués à l'aide des recrues, des engagés volontaires, ainsi que des caporaux et soldats qui en feront la demande.

Il sera formé : 4 pelotons pour l'artillerie de campagne, 3 pour l'artillerie de forteresse et 2 pour le génie.

(*Revue militaire de l'étranger*, n° 613.)

Italie : Grandes manœuvres en 1885. — Les grandes manœuvres, qui auront lieu dans les derniers jours d'août et dans les premiers jours de septembre, seront faites par deux corps d'armée composés chacun de deux divisions d'infanterie et de troupes non endivisionnées.

Le premier corps comprendra les brigades d'infanterie de Calabre et de Lombardie (59e et 60e, 73e et 74e régiments) pour la 1re division, et les brigades de Venise et de Vérone (83e et 84e, 85e et 86e régiments) pour la 2e division.

Le deuxième corps comprendra les brigades d'infanterie de Reggio et des Alpes (45e et 46e, 51e et 52e régiments) pour la 3e division, et les brigades de Pavie et de Toscane (27e et 28e, 77e et 78e régiments) pour la 4e division.

Chaque division aura en outre : 1 groupe (*brigata*) d'ar-

Digitized by Google

tillerie de 3 batteries, 1 compagnie du train d'artillerie, 1 parc divisionnaire d'artillerie, 1 section sanitaire et 1 section des subsistances.

Les troupes non endivisionnées du premier corps comprendront : le 5e régiment de bersaglieri, le 2e régiment de cavalerie, 1 groupe de 4 batteries d'artillerie, 2 compagnies de génie avec leurs parcs de compagnie, 1 compagnie du train d'artillerie, 1 équipage de pont, 1 parc télégraphique, 1 section sanitaire, 1 section de subsistances et 1 colonne de vivres réduite au nombre de voitures nécessaires pour le transport du pain.

Dans le 2e corps, les troupes non endivisionnées se composeront du 4e régiment de bersaglieri, de 3 bataillons alpins (ceux des monts Lessini, de la Valteline et de la Haute-Valteline), 1 brigade de cavalerie (1er et 22e régiments), 2 groupes d'artillerie, l'un à 4, l'autre à 2 batteries, 2 compagnies du génie avec leurs parcs de compagnie, 1 compagnie du train d'artillerie, 1 équigage de pont, 1 parc télégraphique, 1 section sanitaire, 1 section de subsistances et 1 colonne de vivres-pain.

Les manœuvres se diviseront en deux périodes : pendant la première, les corps d'armée opèreront isolément ; pendant la seconde, les deux corps opèreront l'un contre l'autre. Le 1er corps disposera, pendant cette dernière période, d'une brigade de cavalerie comprenant 4 régiments (les 3e, 7e, 14e et 19e) et d'un groupe de 2 batteries à cheval.

Les troupes seront portées à l'effectif de guerre par l'appel d'une classe de la première catégorie de l'armée permanente.

Le premier corps de manœuvre se concentrera sur le territoire du 1er corps d'armée ; le 2e corps sur le territoire du 3e corps d'armée. Les commandants des corps d'armée et le directeur de la manœuvre seront désignés ultérieurement. (D'après l'*Italia militare*, n° 31.)

Digitized by Google

Italie : Succursale de la maison Armstrong à Pouzzoles. — L'*Iron* annonce que la maison Armstrong est sur le point de fonder un grand arsenal de construction de bâtiments, de cuirasses et d'artillerie à Pouzzoles, à l'entrée du golfe de Naples. Le gouvernement italien a donné son agrément à ce projet, et la compagnie anglaise a conclu un marché pour l'achat d'un terrain de 250000 mètres carrés.

C'est le bon marché de la main-d'œuvre à Naples et l'habileté des ouvriers en fer de ce pays qui ont été les motifs déterminants de MM. Armstrong et Cie pour fonder à Pouzzoles une succursale de leur établissement d'Elswick. Ils auraient pris l'engagement envers le gouvernement italien d'employer 5000 ouvriers du pays. Ils utiliseront sans doute aussi les minerais de la Sardaigne et de l'île d'Elbe pour la fabrication de leur fer sur place. Ce n'est que pour le charbon qu'ils auront un accroissement de prix ; mais le bon marché de la main-d'œuvre et du minerai les constituera certainement en bénéfice.

La ville de Pouzzoles s'est engagée à terminer le môle qui doit protéger son port, dans un délai de quatre ans.

Il suffit de jeter les yeux sur une carte marine pour reconnaître combien la petite baie de Pouzzoles, protégée par le cap Misène, est bien choisie pour un établissement maritime ; c'est là que viennent mouiller, pendant l'hiver, les bâtiments de guerre qui ne peuvent rester en rade de Naples.

Le Gouvernement n'a pris encore d'engagement avec la maison Armstrong que pour la fabrication des gros canons destinés à trois cuirassés. Il a offert une prime de 20 p. 100 pour le cas où l'acier employé serait de fabrication italienne et cela dans le but de favoriser l'industrie métallurgique nationale qui ne produit pas encore à aussi bon marché que l'industrie anglaise. Il croit à l'avantage de faire fabriquer les cuirasses des bâtiments en Italie même et d'y assurer la construction des bateaux-torpilleurs que l'on a achetés jusqu'à ce jour en Angleterre. (*Aven.mil.*, n° 989.)

Digitized by Google

NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES.

L'emploi de l'artillerie dans les grandes combinaisons de troupes. Étude d'application exposée en conférence au cercle militaire de Posen, le 15 mars 1884, par le lieutenant-colonel *Hoffbauer.* — Traduction par le capitaine *Bodenhorst,* de l'artillerie belge.

La librairie Mucquardt vient de faire paraître la traduction d'un ouvrage dont la *Revue d'artillerie* a déjà donné un aperçu dans la livraison d'octobre 1884 (1).

On a pu se rendre compte, par la lecture de cet aperçu, de l'intérêt que présente l'étude de M. le colonel Hoffbauer.

M. le capitaine Bodenhorst a fait œuvre utile en donnant une traduction fidèle de l'ouvrage allemand et en contribuant ainsi à faire connaître les idées d'un artilleur dont l'autorité est incontestable.

(1) T. XXV, p. 85.

Digitized by Google

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Articles de revues et de journaux parus dans le 1er trimestre 1885.

FRANCE.

Bulletin de la Réunion des officiers. — Étude sur les principales cavaleries étrangères (nos 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 et 13). — Les artilleries de montagne européennes (nos 2, 6, 7, 8, 10, 11, 12 et 13). — Les ballons et leur emploi à la guerre (nos 3, 4, 6, 9, 12 et 13). — Étude sur le tir indirect du fusil (nos 3 et 4). — Réglage du tir percutant (no 7). — A propos du réglage du tir (no 9).

Journal des sciences militaires. — Le sous-officier et les cadres subalternes (janvier, février et mars). — Quelques considérations sur la haute direction de l'artillerie en France (février). — L'armée de Châlons. Son mouvement vers Metz [1870] (février). — La cavalerie au Tonkin (février). — La guerre au Tonkin (mars).

Revue maritime et coloniale. — Les progrès récents de l'artillerie de marine (janvier). — Budgets des marines étrangères (janvier). — Nouveau canon à tir rapide adopté par la marine anglaise (janvier). — Programme d'accroissement de la flotte anglaise (janvier). — Le protectorat du Tonkin (février et mars). — La cryptographie et son application à l'art militaire (février et mars). — Torpilleurs Yarrow et torpilleurs automobiles Lay et Williams (mars).

Revue militaire de l'étranger. — La remonte dans l'armée allemande (nos 614 et 616). — Les nouvelles marques distinctives de grade en Espagne (no 614). — Les Russes dans l'Asie centrale (nos 614, 615, 616, 617 et 618). — Une opinion allemande sur nos forts d'arrêt (no 614). — L'allégement du paquetage dans la cavalerie allemande (no 615). — Le cuirassement des navires (no 615). — La réorganisation de l'armée portugaise en 1884 (nos 616 et 617). — Les tendances actuelles de la cavalerie russe (nos 617 et 618). — L'instruction de l'artillerie allemande (nos 617 et 618). — Les conseils d'honneur en Autriche-Hongrie (no 618).

Spectateur militaire. — Le service des étapes et le service des chemins de fer aux armées (no 106). — A propos de l'aérostat dirigeable de Meudon (no 106). — Le règlement du 29 juillet 1884 sur les manœuvres d'infanterie (nos 107, 108 et 109). — Constructions militaires improvisées à l'aide d'éléments portatifs et interchangeables (nos 108, 109 et 110). — Le ballon électrique de Meudon (no 108). — Petite mobilisation (no 109). — Étude sur les lois de la perforation des plaques (nos 109, 110 et 111). — L'école supérieure de guerre (no 110). — Étude sur la révision des lois militaires (no 111). — L'instruction et l'éducation du soldat avec le service de trois ans (no 111).

Avenir militaire. — Les fours de campagne (no 991). — Nos forts d'arrêt (no 992). — La taxe militaire (no 993). — Cuirassés et torpilleurs jugés en Allemagne (no 995).

Digitized by Google

France militaire. — Solde des officiers et des gardes d'artillerie (n° 402). — L'instruction par batterie (n° 404). — Les contrôleurs d'armes (n° 405). — Le droit de grâce et la discipline dans l'armée (n° 407). — La remonte des officiers (n° 407). — Le couchage des troupes (n° 408). — Nacelle régimentaire (n° 412). — Du tir indirect dans l'artillerie (n° 419).

Progrès militaire. — L'instruction des cadres (n° 442). — Les contrôleurs d'armes (n° 443). — La loi de recrutement (n° 446). — Rôle des forts d'arrêt (n° 447). — Le couchage des troupes (n° 448). — Le génie et le casernement (n° 448). — Le repas du soldat (n° 448). — L'instruction par compagnie (n° 451). — Les cadres des services auxiliaires (n° 460).

ALLEMAGNE.

Allgemeine Militär-Zeitung. — La nouvelle instruction de tir (n° 101). — Aphorismes sur l'emploi de l'artillerie de campagne en guerre (n°s 7 et 8). — La conduite de la guerre à l'avenir (n°s 8, 9, 11, 12 et 13). — L'influence des canons rayés dans les guerres de 1859 et 1866 sur l'emploi de l'artillerie de campagne et sur la conduite des opérations (n°s 16, 17, 18, 19, 24 et 25). — La situation de l'officier dans l'État et dans la société (n°s 19, 20 et 21). — Sur la combinaison des trois armes pour le combat (n°s 20, 21, 22 et 23).

Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere (92e volume). — Shrœder, Todleben et Sébastopol (1er et 2e cahiers). — Rase campagne et forteresse (1er cahier). — Batterie montée ou batterie à cheval? (1er cahier).

Deutsche Heeres-Zeitung. — L'ancienne et la nouvelle instruction de tir de l'infanterie (n° 9). — Le feu de l'infanterie (n°s 15, 17, 18, 19, 20, 21 et 22).

Jahrbücher für die deutsche Armee und Marine. — La nouvelle instruction de tir allemande (janvier et mars). — Les fortifications de la Belgique (janvier et février). — Ce que nous espérons de la télégraphie de campagne (mars).

Internationale Revue. — L'armée et la marine portugaises et plan de réorganisation de la première (janvier). — Les chemins de fer dans la dernière guerre franco-allemande (février et mars).

Militär-Wochenblatt. — Sur les manœuvres des divisions de cavalerie (n° 104). — Les grandes manœuvres russes de 1884 (n° 106). — Les tirs de guerre dans les manœuvres des trois armes et le remplacement des munitions en Russie (n° 2). — Étude sur les avantages donnés à l'offensive par la portée et la précision croissantes des armes à feu (n° 10). — Le service militaire, le recrutement et les réserves en Espagne (n° 13).

Militär-Zeitung. — L'artillerie de campagne française (n°s 44 et 46). — Causeries militaires (n°s 52, 1, 3, 5, 6 et 12). — L'armement d'artillerie dans un fort (n°s 5 et 6). — Un voyage en Russie au point de vue militaire (n°s 10, 11, 12, 13 et 14).

Neue militärische Blätter. — Que nous a donné la nouvelle instruction de tir? (décembre, janvier, février et mars). — Les explosifs à l'exposition d'hygiène en 1883 (janvier). — Les pigeons voyageurs et leur emploi à la guerre (février). — Postes et patrouilles (mars).

Digitized by Google

ANGLETERRE.

Army and Navy Gazette. — L'expédition de Khartoum (nos 1302 à 1314). Bateaux cuirassés et mitrailleuses (1305). — La marine en cas de déclaration de guerre (n° 1310). — Les Russes dans l'Asie centrale (nos 1312 à 1314). — La stratégie au Soudan (nos 1313 et 1314).

Engineer. — Cuirasses des navires et blindages des ponts (n° 1520). — La résistance des bouches à feu (n° 1520). — La marine anglaise (n° 1523). — Le chemin de fer de Souakim à Berber (n° 1524). — L'explosion d'un projectile à Shœburyness (n° 1524).

Engineering. — La marine anglaise (n° 994). — La marine des États-Unis (n° 995). — La marine russe (n° 996). — Autobiographie d'une torpille Whitehead (nos 997 à 1004). — Cuirasses des navires et blindages des ponts (n° 1001).

Proceedings of the Royal Artillery Institution. — Nouveaux canons (janvier). — Embarquement de l'artillerie en chemin de fer (février). — Aperçu sur les manœuvres de deux batteries à cheval et de deux régiments de cavalerie (mars). — Description d'un affût hydraulique en expérience pour le canon de campagne de 12 livres (mars). — Tirs sur buts mobiles exécutés à l'île de Wight (mars).

AUTRICHE-HONGRIE.

Armeeblatt. — Une conférence du général Degenfeld-Schonburg (n° 3). — Le remplacement des munitions pendant le combat (n° 8).

Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. — Les inventions modernes ayant pour but d'augmenter la rapidité du tir des armes portatives (1er et 2e cahiers). — Expériences faites en 1884 en Suède sur les armes portatives (2e cahier).

Organ der Militär-wissenschaftlichen Vereine. — Les ballons dirigeables (29e vol., 3e cahier). — La fortification de champ de bataille dans l'offensive (29e vol., 3e cahier). — L'Afrique occidentale et la conférence du Congo (30e vol., 1er cahier). — L'action de l'artillerie dans l'attaque (30e vol., 1er cahier).

Streffleur's österreichische militärische Zeitschrift. — Le règlement anglais pour l'infanterie à cheval (novembre).

Vedette. — La direction des ballons (nos 3, 5, 6, 10, 11, 12 et 13). — Les commandants supérieurs des troupes et leur préparation à ces fonctions (nos 14, 15, 16 et 17).

BELGIQUE.

Revue militaire belge (tome IV). — Chronométrie électro-balistique. — Défensive-offensive tactique. — Des belligérants. Du droit d'être traité comme soldat. — Étude sur la pénétration des projectiles dans les milieux résistants.

Digitized by Google

ESPAGNE.

Memorial de Artilleria. — Note sur l'embarquement et le débarquement des chevaux et les soins à leur donner à bord [traduit de l'anglais] (janvier). — Fabrication de canons aux États-Unis (janvier et février). — Formules balistiques (février). — Projectiles Compound pour armes portatives (février). — Quelques observations sur la théorie de la balistique (février).

Revista cientifico-militar. — Le fusil théorique Guillaumot-Nagant et le fusil transformé Remington-Nagant (1er mars). — Les ponts de chevalets (1er mars).

Revista general de Marina. — Mémoire sur les projectiles de rupture et les cuirasses (janvier). — L'artillerie du croiseur *Navara* (février).

Revista militar Española. — Fabrication, entretien et conservation de l'armement, de l'habillement et de l'équipement nécessaires à la mobilisation de l'armée allemande et de ses réserves (décembre). — La lumière électrique appliquée à l'art militaire (tome XI, p. 75). — La guerre entre la Russie et l'Angleterre (n° 11).

ÉTATS-UNIS.

Army and Navy Journal. — Les forces militaires des États-Unis (n° 28).

ITALIE.

Esercito italiano. — La question de l'avancement (nos 1, 6, 9 et 19). — Le recrutement et l'avenir des sous-officiers (nos 1 et 5). — Les chemins de fer dans la défense de l'État (n° 3). — Trains sanitaires (n° 26). — Les mitrailleuses et leur emploi (n° 31).

Italia militare. — La colonie d'Assab (n° 6). — La défense des côtes (n° 16). — La discipline (n° 25).

Rivista di Artiglieria e Genio. — (Décembre.) Ravitaillement des munitions dans les principales armées européennes. — Les canons se chargeant par la culasse de l'artillerie de campagne, de siège et de côte en Italie. — Retranchements cuirassés pour l'infanterie. — (Janvier.) Étude pour un polygone de tir à la cible. — Réflexions sur le tir indirect et sur le cuirassement des pièces de campagne. — Effets du tir des bouches à feu de siège contre les parapets et les revêtements. — (Février.) La fabrication nationale des bouches à feu de gros calibre. — Les ponts portatifs et leur emploi en campagne. — La fabrication des canons de gros calibre à l'étranger. — Sur les tables du tir vertical. — Innovations introduites en 1884 dans les artilleries de campagne et de montagne étrangères.

Rivista marittima. — Les expériences sur les cuirasses et les effets du bombardement d'Alexandrie comparés à l'armement des navires anglais (mars). — Résultats balistiques obtenus avec les canons Krupp (mars).

Rivista militare italiana. — De l'initiative des commandants en sous-

Digitized by Google

ordre (décembre). — Effets du tir de l'artillerie de campagne contre l'infanterie (décembre). — Les grandes manœuvres de 1884 en Allemagne (décembre). — Quelques réflexions sur la question de l'avancement des officiers (janvier). — Les écoles militaires (janvier et février). — La théorie de Wolozkos (février). — La guerre dans les terrains couverts (février). — L'instruction de tir pour l'infanterie et pour la cavalerie anglaises (février).

RUSSIE.

Journal d'artillerie.— (Février.) Détermination de la résistance longitudinale des bouches à feu. — La rayure la plus avantageuse. — Expériences sur le matériel faites à l'École de tir d'artillerie. — Détermination du but dans les places maritimes. — Étoupilles obturatrices. — (Mars.) Tir de groupe de trois batteries. — Emploi de l'artillerie en campagne. — Tir à obus percutants.

SUISSE.

Revue militaire suisse. — Appareils à signaux optiques (janvier). — Rassemblement de la VIIIe division d'armée (février et mars). — Innovations dans l'armement de l'infanterie en Suisse et à l'étranger (mars).

Schweizerische Zeitschrift für Artillerie und Genie. — Expériences de tir à Meppen (janvier). — Table de tir pour les obus allongés (février et mars). — En réponse à l'article : L'artillerie de montagne aux manœuvres de la 8e division (février). — Le service du parc divisionnaire (mars).

Le Gérant : Ch. Norberg.

Digitized by Google

l'acier.

(1).

percussi

Fig. 9.

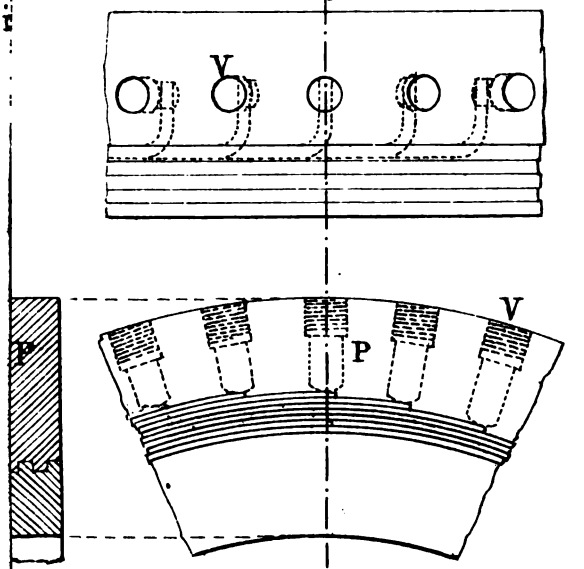
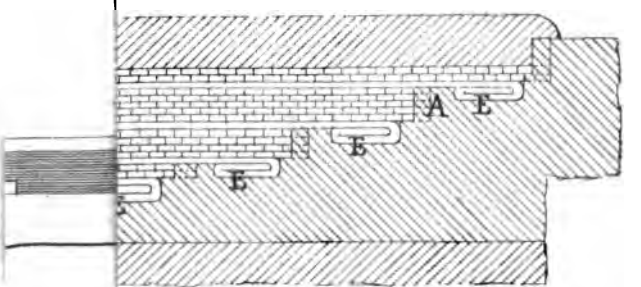


Fig. 12.



Canon 2. 19 tonnes de Woolwich.

Digitized by Google

Digitized by Google

DE

L'INSTRUCTION A CHEVAL

DANS LES

RÉGIMENTS D'ARTILLERIE DE CAMPAGNE

UTILITÉ POUR L'ARTILLERIE D'UN RÈGLEMENT AUTONOME

Difficultés de l'Instruction.

Chaque année l'instruction du contingent, dans les régiments d'artillerie de campagne, nécessite un effort considérable, dont le rendement n'est pas aussi fructueux qu'on peut le désirer. Ceci tient à l'étendue et à la variété des connaissances qu'exige aujourd'hui le service de l'arme : par suite, les cadres ont trop à enseigner ; les hommes de recrue ont trop à apprendre ; l'instruction pratique des uns et des autres n'a pas toute la solidité désirable.

Nécessité de simplifier.

Le remède consiste à simplifier. Un premier effort dans ce sens a été fait dans un travail publié par la *Revue*, en mai 1884 (1). La solution proposée consistait à ramener à un type unique les différents Règlements de manœuvres de l'artillerie de campagne. Le type adopté était le Règlement sur les manœuvres des batteries attelées ; des manœuvres à pied et à cheval similaires en étaient déduites par l'introduction, dans les Règlements existants,

Des mêmes progressions ;

Du même genre de mouvements ;

Du même type de commandements.

(1) *Observations et propositions relatives aux manœuvres de l'artillerie de campagne*, par le capitaine Abinal, t. XXIV, p. 152.

Digitized by Google

Autonomie de l'artillerie.

Cette solution apporte de l'ordre et de la clarté dans le cadre actuel de l'instruction ; mais elle ne diminue en rien l'importance accordée aux manœuvres à pied et à cheval ; elle la consacre plutôt en créant à tous les degrés de l'instruction, depuis l'école du soldat jusqu'à l'école de régiment, une sorte de trinité de manœuvres. Il semble, cependant, que cette importance est exagérée ; que, pour façonner un bon servant et un bon conducteur, il n'est pas indispensable de doubler le premier d'un fantassin, le second d'un cavalier.

Cette idée a pris corps pendant la longue période de transformation qui a précédé l'organisation définitive de l'artillerie. Rien n'était plus naturel, au début d'une série de tâtonnements, que de prendre un appui solide sur des Règlements connus; mais l'usage a consacré les emprunts forcés du début, et les manœuvres à pied et à cheval ont conservé leur importance, tandis que l'état de choses qui lui a donné naissance s'est profondément modifié.

Avec le service à long terme et le peu de variété des exercices d'artillerie d'alors, les errements en question, tout en imposant un surcroît de besogne, ne mettaient pas péril en la demeure. Aujourd'hui, l'incorporation totale du contingent annuel fait passer sous les drapeaux toute une catégorie d'hommes qui, au bout d'une année, doivent avoir terminé leur instruction ; il en résulte que, si l'on peut profiter de la durée entière du service pour améliorer l'instruction des anciens soldats et des cadres, il faut en revanche se baser sur la durée d'un an pour faire l'instruction du contingent tout entier. Un espace de temps aussi restreint ne livre place qu'au nécessaire. Or, si l'artillerie de campagne a, de nos jours, une situation prépondérante, elle le doit à la puissance de son feu. Le nombre et la variété des exercices consacrés à la préparation et au développement de la puissance du feu augmentent de jour en

Digitized by Google

jour : ils exigent, pour être pratiqués avec fruit, un temps qu'il n'est guère possible de trouver sans réduire la part accordée jusqu'ici aux exercices à pied et à cheval. A ce prix seulement, l'artillerie recouvrera son autonomie et pourra se consacrer aux véritables manœuvres de l'arme.

Projet de Règlement autonome.

C'est affaire à un Règlement autonome de mettre à leur place les différents exercices nécessaires à l'instruction des régiments d'artillerie de campagne et de leur attribuer l'importance qu'ils méritent. Il semble que, pour établir rationnellement ce Règlement, il convient de déterminer d'abord complètement les manœuvres d'artillerie ; ceci fait, d'en déduire les qualités à exiger d'un servant et d'un conducteur ; d'établir en conséquence les exercices à pied et à cheval nécessaires au dressage préalable de l'homme de recrue pour lui permettre de remplir son rôle dans les manœuvres de l'arme.

Cette conception supprime, en principe, des exercices à pied et à cheval, tout ce qui est manœuvre pour ne laisser place qu'à ce qui est instruction ; elle conduit à la division suivante pour le Règlement projeté :

Un titre principal consacré à la théorie spéciale de l'arme.

Deux titres annexes consacrés aux exercices de préparation ou dressage des recrues à pied et à cheval.

Instruction et manœuvres d'artillerie.

Le titre principal prend le nom de : *Instruction et manœuvres d'artillerie.* Il coordonne dans un enchaînement logique :

Les Règlements de manœuvre des canons de campagne ;

Les différentes instructions relatives au pointage et au tir ;

Le Règlement sur les manœuvres des batteries attelées

Digitized by Google

à partir de l'École de section inclusivement, et se subdivise en trois parties :

L'instruction ;

La manœuvre ;

La parade.

L'*instruction* embrasse toutes les connaissances que l'homme doit posséder pour remplir son rôle dans la section.

La *manœuvre* embrasse tout ce qui est nécessaire à l'emploi de l'artillerie en campagne ; quelle que soit l'unité considérée, section, etc...., régiment, elle a pour but de passer le plus rapidement possible d'un dispositif donné à la mise en batterie, à l'ouverture du feu et au réglage du tir.

La *parade* comporte les formations et les mouvements nécessaires pour les inspections, les revues, les défilés et le service de place.

Instruction à pied et à cheval.

Les deux titres annexes prennent : le premier, le nom d'instruction à pied ; le deuxième, celui d'instruction à cheval. Leur but est de façonner l'homme de recrue au mieux pour le rôle que nécessite l'exécution des prescriptions du titre principal, et de perfectionner l'instruction des anciens soldats et des cadres. *Ils ne comprennent que des exercices d'instruction ;* les quelques formations et mouvements indispensables pour rassembler et présenter à une inspection des classes d'instruction, et pour satisfaire aux besoins du service de place (1), sont réunis dans un chapitre particulier.

C'est donc sur les exercices à pied et à cheval, tels qu'ils se pratiquent aujourd'hui, que doit porter l'effort de simplification dont les considérations précédentes ont essayé de démontrer la nécessité et la logique. Des deux instruc-

(1) Cette dernière restriction s'adresse surtout à l'instruction à pied.

Digitized by Google

tions, la plus longue et la plus délicate est l'instruction à cheval. C'est elle qui fait l'objet de cette étude.

L'instruction à cheval embrasse actuellement tous les exercices prescrits par le Règlement du 28 octobre 1876 sur l'instruction à cheval et ceux que contient le Règlement du 20 mars 1880 sur les manœuvres des batteries attelées jusqu'à l'École de section inclusivement (1).

Cette instruction est identique, qu'elle s'adresse aux recrues, aux anciens soldats ou aux cadres.

On se propose de l'examiner au double point de vue des Règlements et de leur interprétation ; puis, de présenter un projet d'instruction à cheval, et un projet de règlement qui la consacre.

ÉTUDE DES RÈGLEMENTS (2).

Règlement sur l'instruction à cheval.

Le Règlement du 28 octobre 1876 (3) sur l'instruction à cheval est, avec la charge et le combat individuel en moins, une copie du Règlement de 1875 sur les manœuvres de la cavalerie. Il a semblé naturel, pour apprendre aux conducteurs d'artillerie à monter à cheval, de s'adresser à l'arme qui, par excellence, fait usage du cheval, et de lui emprunter son règlement. Il faut cependant remarquer que le Règlement de cavalerie n'est pas seulement un traité d'équitation, mais surtout un traité de dressage du cavalier militaire. Un pareil cavalier doit être apte à deux choses distinctes : le combat individuel, la charge. Le combat individuel exige des finesses d'équitation, la

(1) L'instruction individuelle de l'homme de recrue n'est en effet complète, au point de vue de la conduite des voitures, qu'après l'École de section où il apprend les mouvements d'avant-trains.

(2) Les considérations relatives aux batteries à cheval seront momentanément écartées ; il en sera question plus loin.

(3) Le Règlement sur l'instruction à cheval a été modifié le 20 décembre 1884 afin de compléter certaines parties conformément aux changements apportés aux exercices de la cavalerie par le décret du 31 mai 1882. C'est à cette nouvelle édition que renvoient les indications de texte du présent travail.

Digitized by Google

charge des exercices de cohésion. Le travail du carré, avec les mouvements savants de demi-tours et de départs au galop, répond aux premières exigences ; aux dernières satisfont le travail sur de grandes lignes, l'École du peloton et l'École de l'escadron. Notre Règlement, muet sur le combat individuel et la charge, a cependant conservé tous les exercices d'un règlement conçu dans ce double but.

Le Règlement sur l'instruction à cheval se divise en trois parties principales :

L'École du canonnier à cheval ;
L'École du peloton à cheval ;
L'École de l'escadron à cheval.

L'instruction individuelle de l'homme est complète quand il a terminé l'École du canonnier à cheval. L'École du peloton l'initie au travail d'ensemble. Dès lors il n'a plus rien à apprendre ; le peloton instruit suit son guide à l'École de l'escadron et ailleurs, comme s'il était isolé derrière lui.

Un principe commun domine les trois parties du Règlement : les vitesses d'allures sont invariables ; on ne prend une allure vive qu'en augmentant progressivement la vitesse de l'allure précédente ; on ne passe à l'arrêt ou à une allure lente qu'en éteignant peu à peu la vitesse primitive.

École du canonnier à cheval.

L'École du canonnier à cheval a pour but de former des canonniers adroits à manier leurs chevaux et leurs armes. Les moyens qu'elle emploie pour y parvenir sont les suivants :

1° *La leçon est donnée en se rapprochant le plus possible des conditions de l'instruction individuelle.* Le procédé du travail à distance indéterminée résout le problème d'une façon satisfaisante ; l'homme agit comme s'il était seul en se préoccupant de conserver une allure invariable et d'exécuter correctement les mouvements commandés, en obéissant,

Digitized by Google

non pas immédiatement, mais seulement quand il est à même de bien faire.

2° *L'homme est astreint à faire constamment usage des moyens de conduite enseignés,* par l'obligation de marcher droit sur des points de direction déterminés. C'est la raison d'être des signaux placés aux angles des carrés.

Ces méthodes ne sont applicables que lorsque l'homme a déjà une certaine habitude du cheval; le travail préparatoire y pourvoit.

Tel est le programme. Les exercices qui le développent ne sont pas tous également utiles : quelques-uns peuvent être modifiés; d'autres ne correspondent guère aux besoins de l'arme. C'est ce qu'un examen de détail fera plus aisément ressortir.

Travail préparatoire (1). — Au début de l'instruction, qu'il s'agisse de former un cavalier ou un conducteur, les besoins sont presque identiques; ce n'est que plus tard que la divergence s'accuse; aussi le travail préparatoire est-il excellent presque en tous points. Il paraît bon néanmoins d'y introduire quelques modifications de détail :

Prescrire l'enlèvement des sacoches dont la présence nuit à la position du cavalier (2).

Donner des explications plus détaillées pour l'exécution des assouplissements, notamment pour la rotation des cuisses.

Indiquer que les assouplissements se font pour un membre avant d'être exécutés par les deux membres simultanément.

Bannir en principe la flexion du rein en avant et la rotation des bras en arrière (3).

---

(1) *Règlement sur l'instruction à cheval,* n° 2.

(2) Le Règlement de mai 1882, auquel ont été empruntées la nouvelle tenue de rênes et la nouvelle forme des commandements, prescrit l'enlèvement des sacoches. — Cela se pratique dans plusieurs régiments d'artillerie; les sacoches enlevées, les hommes portent le manteau en sautoir quand il est utile. — Les sacoches, au début, engagent l'homme à se raccrocher; plus tard, quand le contact devient douloureux, il tend les jambes en avant; de toute façon, la position est mauvaise.

(3) Assouplissement qui consiste à porter les bras en arrière en partant de la position verticale naturelle.

Digitized by Google

Compléter les assouplissements par :

La flexion des pieds.

La rotation du haut du corps : les bras tendus horizontalement dans le prolongement des épaules, les poings fermés, faire face alternativement à droite et à gauche d'un mouvement continu, la tête restant dans l'axe du corps, sans déranger les cuisses ni les genoux.

L'élévation des épaules : levées le plus haut possible sans déplacer la tête, les bras ballants, puis lâchées brusquement.

La rotation de la tête.

Recommander de faire souvent trotter les conducteurs les bras croisés derrière le dos ou le képi sous un bras.

Donner quelques indications pour la position à cheval au début, en enseignant à l'homme qu'il faut pencher le corps en arrière et effacer la ceinture ; qu'il faut tenir par l'assiette en évitant de trop serrer les genoux. Cet effort persistant amène la fatigue et engage l'homme à se raccrocher. Ce n'est qu'après avoir assoupli toutes les parties du corps que l'instructeur enseigne les moyens de rectifier la position pour la modeler sur l'idéal assigné par le règlement.

Rendre le travail à la longe obligatoire pour les commençants (1).

Travail en bridon (2). — Les exercices du travail en bridon sont destinés à apprendre au conducteur l'usage et l'emploi de ses aides. Si l'on ne perd pas de vue la simplicité des mouvements nécessaires à la conduite des voitures, on conçoit qu'il y ait superfétation dans l'emploi de

(1) Rien n'est plus facile que de dresser, dans les batteries, quelques chevaux à la longe. Une corde à fourrage passée dans les anneaux du bridon et un fouet de conducteur suffisent pour un cheval dressé. A chaque séance, ces chevaux sont amenés par leurs conducteurs. Les hommes de recrue les montent à tour de rôle, commencent par s'initier aux différentes allures et passent ensuite aux exercices de voltige. Pour permettre les exercices de voltige, il suffirait de ne donner de bottes éperonnées aux conducteurs qu'au moment où ils apprennent l'usage de l'éperon. Les conducteurs n'auraient jusque-là qu'une paire de bottes munie d'éperons pour les revues et la tenue de ville.

(2) *Règlement sur l'instruction à cheval,* n° 46.

Digitized by Google

tous les exercices prescrits par le règlement de 1876. Les demi-tours sur les épaules et sur les hanches, les appuyer et les départs au galop sont des finesses d'équitation qui exigent du temps pour être correctement pratiquées et ne sont pas indispensables ; l'emploi fréquent de la marche circulaire, du reculer, des arrêts et des mises en marche suffit pour enseigner aux conducteurs les effets des rênes et des jambes ; en ajoutant à ces mouvements un *demi-tour sur place,* obtenu par l'action simultanée de la rêne et de la jambe du même côté, on complète les éléments d'instruction sans introduire de difficultés (1).

Les finesses d'équitation ne conviennent pas plus à nos chevaux qu'à nos hommes : la plupart des chevaux qui servent aux classes sont des chevaux de trait que le travail journalier du polygone ou de la direction ne prépare guère aux exigences subites du travail des carrés ; il ne faut pas s'étonner s'ils s'y prêtent difficilement, se traversent et se défendent, sans grand profit pour leurs cavaliers trop enclins à ne prendre ainsi que des habitudes de brutalité.

En dehors de la suppression de ces mouvements, il paraît avantageux de faire les modifications suivantes :

Dans l'usage des jambes, remplacer la pression de la jambe par des *coups répétés du bas de la jambe,* la pointe du pied basse et rentrée ; ce mode de faire convient à des chevaux peu sensibles et l'instructeur y trouve un moyen commode de contrôle.

L'action des jambes précède celle des rênes.

Donner plus d'importance à la marche en cercle, en introduisant le cercle individuel et la marche circulaire analogue à celle du travail à distance fixe :

Le cercle individuel est une volte prolongée jusqu'au commandement : *marchez large.*

---

(1) Ce demi-tour sur place, où le cheval tourne autour d'un axe passant par le corps du cavalier, a l'avantage d'enseigner à l'homme la véritable manière de résister à la défense la plus dangereuse du cheval, le cabrer.

Digitized by Google

La marche circulaire s'exécute, à distance indéterminée, aux mêmes commandements qu'au travail à distance fixe du Règlement; les conducteurs se mettent en cercle au fur et à mesure qu'ils arrivent à hauteur du quart du grand côté à partir de l'angle.

Modifier la leçon de l'éperon si difficile à donner de pied ferme (1) et sans inconvénient, au contraire, lorsqu'elle est pratiquée une fois que le cheval est dans son train. Le cheval étant au galop et bien appuyé, l'instructeur prescrit une attaque d'éperons au conducteur au moment où il passe devant lui. A cette allure, l'homme comprend la nécessité de ne relâcher ni les cuisses ni les jambes, et le cheval, déjà dans le mouvement en avant, reçoit une leçon de franchise.

Rendre la formation du rang plus souple, la direction du cheval du guide déterminant seule la position du rang, d'une façon indépendante des côtés du carré.

Augmenter l'emploi du galop en cercle, qui assied l'homme en éprouvant son calme et son sang-froid. Procéder comme il suit :

L'instructeur cherche à obtenir du calme, les chevaux galopant les rênes lâches; le calme obtenu, il fait répéter aux hommes les assouplissements faits à la voltige jusqu'à ce qu'ils aient acquis confiance et assiette.

Dès que les hommes et les chevaux sont rompus à l'allure du galop, il fait accompagner l'allongement d'allure d'une action plus marquée de la rêne du dedans et de la jambe du dehors.

Il fait substituer peu à peu ces indications à l'allongement de l'allure pour obtenir un départ au galop étant au trot.

L'instructeur n'est pas astreint à rester dans les limites du carré pour tracer le cercle; il doit chercher un terrain convenable pour que les chevaux ne glissent pas, surtout

(1) Les attaques pratiquées sur des chevaux en place par les hommes de recrue trop enclins à s'attacher aux rênes tournent vite en leçons de rétivité.

Digitized by Google

au début de cet exercice, sous peine de faire perdre confiance aux recrues.

L'usage du galop sur les côtés du carré est nécessaire pour initier le conducteur à la marche directe à cette allure. Le galop doit être ralenti à cause des dimensions du carré. Pour l'obtenir, il suffit du départ au galop, étant au trot, dont le mécanisme vient d'être exposé ; les conducteurs partent au galop, soit au passage d'un coin, soit à la fin d'une volte.

Modifier la façon d'ajuster les étriers, suivant les cas, en les faisant porter plus courts que l'ordonnance dans le cas d'efforts violents, comme ceux que peut avoir à faire un conducteur de derrière.

Le *travail à distances fixes* a pour but de préparer les canonniers au travail d'ensemble. Après lui avoir emprunté la marche en cercle, il y aurait lieu de le supprimer pour les motifs qui seront indiqués plus loin à propos du travail en troupe (1).

Travail en bride (2). — Le travail en bride n'introduit pas d'exercices nouveaux ; il enseigne l'emploi d'un instrument plus puissant.

La nécessité d'un mors de bride pour nos chevaux n'est pas évidente ; les attelages vont au travail journalier en bridon d'écurie et se montrent suffisamment maniables.

Cependant il peut se présenter telle circonstance, en manœuvres ou en campagne, exigeant une instantanéité d'action sur le cheval que comporte seul le mors de bride. En admettant que l'emploi du mors de bride soit ainsi justifié, il semble naturel de le réserver pour les cas urgents ; dans les circonstances ordinaires, une tenue de rênes faite pour notre usage pourra introduire d'une façon permanente la prédominance du filet, tout en permettant de recourir rapidement au mors de bride. La tenue des rênes

(1) Voir p. 119.
(2) *Règlement sur l'instruction à cheval,* n° 106.

Digitized by Google

adoptée à la suite du Règlement du 2 mai 1882 sur les exercices de la cavalerie permet au cavalier de se servir à volonté, soit du mors de bride, soit du mors de filet ; mais le mécanisme du doigté qu'elle exige est vraiment délicat et n'est guère en rapport avec la sensibilité de nos chevaux de trait. Elle se prête mal, d'ailleurs, à une prédominance permanente de l'action du filet, puisqu'elle a été conçue dans le but tout différent de permettre le jeu alternatif des deux embouchures. Il paraît préférable de revenir à la tenue de rênes indiquée par le Règlement de 1876, modifiée en faisant croiser dans la main gauche à pleine main les deux rênes de filet par-dessus les rênes de bride de la façon suivante :

L'annulaire entre les rênes de bride, la rêne gauche de filet sous le petit doigt, la rêne droite de filet sur l'index, les deux rênes de filet croisées dans la main gauche, leur action prédominant.

La conduite avec les rênes séparées est de règle chaque fois que la main droite serait libre ; mais les conducteurs seraient surtout habitués à la tenue réglementaire en vue de la conduite des voitures.

Travail sur de grandes lignes (1). — Le travail sur de grandes lignes est surtout un travail d'allures; à ce titre, il est excellent. Mais on peut rompre les conducteurs à la pratique des allures prolongées sans s'astreindre au dispositif adopté par le Règlement de cavalerie en vue des exercices de charge; ce dispositif, en plaçant l'instructeur trop loin de ses hommes, a l'inconvénient de se prêter mal à l'enseignement du trot enlevé. Il serait plus facile d'ajouter le trot enlevé aux exercices du travail en bridon et d'adopter un autre procédé pour la pratique des allures prolongées et de leur réglage.

On peut sans difficulté *ajouter à l'enseignement du trot*

(1) *Règlement sur l'instruction à cheval*, n° 119.

Digitized by Google

enlevé le changement de bipède; cet exercice, assez simple à pratiquer(1), est des plus utiles. En effet, cavaliers et chevaux prennent l'habitude de ne trotter que sur un seul bipède. Il y a là pour le cheval une cause d'usure prématurée des membres de la même paire diagonale et de blessures au rognon, la selle portant toujours plus fortement du côté où le cavalier retombe après chaque enlevée; le cavalier lui-même se ressent de cette habitude et prend une mauvaise position : il ne s'assied plus symétriquement en selle; comme le poids du sabre tend à produire un effet analogue, il importe d'y remédier.

On peut, d'autre part, *renoncer aux exercices par petits groupes* destinés à préparer le travail en troupe (même observation que pour le travail à distances fixes).

Allures. — Les vitesses d'allure adoptées par le Règlement sont celles de la cavalerie de ligne. Il semble *à priori* que les allures du cheval monté ne doivent pas forcément convenir au cheval attelé et monté ; il y aurait lieu de déterminer par l'expérience quelles sont les vitesses convenables pour l'arme. On peut dire dès maintenant que le pas et le trot actuels paraissent trop rapides(2).

Travail à l'extérieur(3). — Le travail à l'extérieur a pour but d'habituer les conducteurs à passer dans tous les terrains et de leur enseigner les principes d'emploi du

(1) Le conducteur reconnaît qu'il trotte sur le bipède diagonal droit par le déplacement plus marqué du genou et du corps de ce côté. — L'instructeur reconnaît que l'homme trotte sur le bipède diagonal droit quand il aperçoit simultanément le mouvement de projection du membre droit du cheval et du corps du cavalier. — Le conducteur, pour changer le bipède sur lequel il trotte, doit se laisser retomber en selle au trot assis pendant une foulée et céder à la réaction suivante; ainsi, par exemple, s'il compte d'après le rythme du trot : *un* quand il est en selle, *deux* quand il est soulevé, il doit, pour changer de bipède, rester assis à *deux* et se trouver enlevé en comptant *trois*.

(2) En diminuant la vitesse du trot, on se heurte à l'objection que l'artillerie a *de longs trajets à parcourir vite* pour passer de la colonne de route à la position de combat. Mais il ne faut pas oublier que la vitesse dans les longs trajets s'obtient par des combinaisons convenables du pas et du trot, et qu'au point de vue de la conservation des chevaux, il vaut mieux trotter *très lentement et longtemps* que trotter *très vite et pendant peu de temps*.

(3) *Règlement sur l'instruction à cheval*, n° 124.

Digitized by Google

cheval. Les exercices qu'il comporte sont, pour la plupart, des exercices d'isolement ; ceux-ci exigent beaucoup de temps. Le Règlement de cavalerie les a conçus pour les besoins du service en campagne ; mais ils ne sont pas indispensables et les marches en tous terrains peuvent se faire indépendamment d'eux. Pour ce qui est de l'emploi du cheval, il y aurait lieu de mettre davantage en évidence les principes relatifs à l'invariabilité des vitesses d'allure et au moyen de varier la vitesse moyenne de marche par une alternance convenable des allures réglementaires. Il faut songer d'ailleurs que c'est avec des chevaux attelés que l'artillerie est appelée à parcourir de grandes distances ; la véritable place des notions relatives à l'emploi et à la conservation du cheval se trouve donc à l'École de conduite des voitures.

Saut. — Le saut, comme exercice individuel, convient parfaitement aux conducteurs dont il éprouve la solidité et la hardiesse. Les exercices de saut par groupes sont inutiles au même titre que les exercices de cohésion du travail sur de grandes lignes.

Il serait bon d'ajouter à la théorie du saut que le conducteur desserre légèrement les doigts pour permettre aux rênes de glisser et de s'allonger à la demande de l'encolure : de cette façon, le cheval ne reçoit pas d'à-coup sur la bouche et le conducteur n'est pas projeté en avant par la traction des rênes (1).

Travail en armes (2). — Le travail en armes est de toute

(1) Pour obtenir ce résultat, le saut sans rênes se pratique fréquemment, soit au moyen d'un voltigeur, soit de la façon suivante : quinze jours au moins avant le commencement du saut, les conducteurs et les chevaux sont habitués à passer les obstacles, les conducteurs tenant leurs chevaux en main au moyen de la longe improvisée obtenue en plaçant les rênes du bridon d'écurie comme la longe du sous-verge; au moment du saut, les chevaux ont acquis assez de calme et les conducteurs assez d'habileté à ce genre d'exercice pour que l'instructeur puisse faire monter les chevaux tout en continuant de les faire sauter en main au moyen de cette sorte de longe.

(2) *Règlement sur l'instruction à cheval*, n° 183.

Digitized by Google

importance pour le cavalier militaire; il ne semble pas indispensable aux conducteurs. Ceux-ci peuvent avoir à manier leur sabre à cheval, mais ils n'ont pas à s'en servir. Il suffit de leur apprendre à mettre la lame au clair et à la remettre au fourreau.

Le maniement et l'emploi du pistolet-revolver pourraient encore, à plus juste titre, être mis de côté. Si le conducteur est en marche, la conduite de son attelage lui interdit l'usage de ses armes ; s'il est de *pied ferme*, il suffit qu'il ait été rompu à pied à l'emploi de ses armes pour qu'il sache s'en servir à cheval, le cas échéant.

École du peloton à cheval (1).

« L'École du peloton à cheval a pour but de former les conducteurs au travail d'ensemble et d'apprendre au peloton à exécuter tous les mouvements nécessaires à son emploi, soit isolément, soit dans l'escadron. »

Le travail d'ensemble n'est pas, d'une façon générale, un complément de l'instruction individuelle. Il a par lui-même une raison d'être, et de sa nécessité découle celle de l'instruction individuelle qui le prépare. Dès qu'il est commencé, cette instruction individuelle se noie et se perd au milieu d'exigences nouvelles et contraires à sa nature. Il faut pourtant qu'elle reste aussi entière que possible pour répondre aux exigences de la conduite des voitures et de l'École de section; et il semble mauvais de la compromettre au travail d'ensemble de l'École de peloton si cette école ne s'impose pas comme une nécessité pour le service de l'arme.

Comme les exercices de charge sont bannis de l'École du peloton dans l'artillerie, l'emploi du peloton isolé se réduit, dans cette arme, à un service d'honneur, à l'escorte de l'étendard en particulier; il suffirait, pour suppri-

(1) *Règlement sur l'instruction à cheval*, n° 146.

Digitized by Google

mer cette raison d'être, d'admettre que ce service se fait toujours à pied dans les régiments montés.

Reste l'emploi dans l'escadron.

École de l'escadron à cheval.

Mais l'escadron n'a pas d'emploi dans l'artillerie, et l'École de l'escadron a pour but unique de faire manœuvrer ensemble plusieurs pelotons. Elle n'a dès lors de raison d'être que si l'École du peloton est elle-même une nécessité et nous avons essayé de démontrer qu'il n'en est rien.

Conclusion.

Ainsi donc, en supprimant du Règlement sur l'instruction à cheval les Écoles du peloton et de l'escadron qui ne concourent pas à l'instruction individuelle de l'homme de recrue, il suffit, pour satisfaire aux besoins particuliers de l'arme, de remanier et de modifier légèrement les exercices prescrits à l'École du canonnier à cheval, en y faisant quelques suppressions.

Règlement sur les manœuvres des batteries attelées.

Le Règlement du 20 mars 1880 sur les manœuvres des batteries attelées est postérieur au Règlement sur l'instruction à cheval, dont il diffère sur tous les points principaux. Sa rédaction, « en ce qui concerne les Écoles du canonnier conducteur, de la section et de la batterie, a été tenue aussi près que possible du texte du Règlement de 1863 pour ne pas apporter, sans raisons sérieuses, trop de trouble dans les habitudes reçues (1). »

L'avantage qui peut résulter de ce chef ne paraît pas compenser le véritable trouble qu'apporte dans l'esprit des instructeurs et des recrues une différence absolue dans la rédaction, les méthodes et les procédés des deux Règlements qui régissent l'instruction à cheval.

(1) Voir *Règlement sur les manœuvres des batteries attelées*, Avant-propos, p. VII.

Digitized by Google

Comparaison des deux Règlements.

Le Règlement du 20 mars 1880 comprend, d'une façon analogue au Règlement sur l'instruction à cheval :

Une École du canonnier conducteur ;

Une École de section ;

Une École de batterie.

Mais l'instruction individuelle de l'homme n'est pas complète après l'École du canonnier conducteur, et la section instruite n'a pas, comme le peloton, l'unique préoccupation de suivre son chef à l'École de batterie comme ailleurs.

Tandis que le Règlement de 1876 a été rédigé sans préoccupation de la récitation du littéral, le Règlement de 1880 a été fait en vue de cette récitation. On y trouve peu d'explications relatives au but des différentes branches de l'instruction et il est difficile de saisir avec précision les principes et les méthodes d'instruction employés. C'est surtout à l'École du canonnier conducteur que la raison d'être des exercices en usage se dégage avec le moins de netteté. On voit clairement le principe de l'obéissance immédiate et de l'exécution simultanée remplacer le principe inverse du Règlement de 1876 ; mais, par exemple, on ne sait pas si, par l'emploi du travail sur les carrés, le Règlement de 1880 entend faire prévaloir le principe de direction du Règlement de 1876 ou si, simplement, les jalons qui limitent les angles du carré, au lieu d'être des signaux de direction, ne sont que les signes d'une prise de possession du terrain (1).

Les principes relatifs aux allures ne sont pas mis en lumière. C'est à propos du passage du pas au trot, et inversement, qu'est indiquée aux instructeurs la nécessité d'entamer et d'éteindre progressivement les allures ; ainsi resserrée dans le texte, elle ne s'affirme pas avec la même

(1) A la 1re partie de l'*École du canonnier conducteur*, il n'existe aucune indication sur l'endroit où se donne la leçon ; il est parlé incidemment des « côtés du manège ».

Digitized by Google

autorité que dans le Règlement de 1876, malgré tout l'intérêt qu'elle présente pour la conservation des attelages. Comme, d'ailleurs, cette recommandation s'accorde mal avec la prescription du rassembler préparatoire précédant le commandement d'exécution, prescription dont l'avant-propos admet la nécessité, il y a lieu d'examiner les moyens de lui rendre l'importance qu'elle mérite.

Il semble que rien ne s'oppose à ce que l'École du canonnier conducteur adopte les méthodes et les procédés d'instruction de l'École du canonnier à cheval examinés plus haut. La marche en ligne droite présente les mêmes avantages. Reste la question de l'obéissance immédiate et du rassembler préparatoire. L'avant-propos du Règlement de 1880 justifie la nécessité de l'obéissance immédiate par celle de l'accord complet entre les trois conducteurs d'une même voiture. Ceux-ci, cependant, peuvent s'entendre pour l'exécution d'un mouvement sans pour cela s'astreindre à l'exécuter en même temps que les conducteurs des autres voitures du carré. Cette exécution par élément assujettit les conducteurs du milieu et de derrière à se régler toujours sur le conducteur de devant qui juge du moment opportun pour entamer l'exécution du commandement. Dans la pratique, cette subordination est nécessaire chaque fois qu'il s'agit de mouvements circulaires; c'est de plus sur elle que repose la méthode d'alignement des manœuvres des batteries attelées; il n'est donc pas inutile de l'affirmer dès le début de l'instruction en admettant, dans le travail des carrés :

1° L'obéissance individuelle de chaque élément;

2° Dans chaque élément, l'accord résultant de la subordination des conducteurs du milieu et de derrière au conducteur de devant.

L'avant-propos développe également l'idée que, pour obtenir la simultanéité d'obéissance des trois conducteurs d'une même voiture, il est nécessaire d'avoir un commandement préparatoire et un commandement d'exécution; le

Digitized by Google

commandement préparatoire provoque le rassembler; puis les chevaux sont tenus en suspens jusqu'au commandement qui décide de l'exécution immédiate. On peut, sans doute, obtenir ainsi la simultanéité désirée, mais aux dépens de la prise progressive des allures. Si le rassembler suit le commandement préparatoire, les trois attelages d'une même voiture se balancent dans les traits et la voiture oscille déjà, sous ces efforts mal rhythmés, avant le commandement d'exécution ; pour peu que celui-ci ne tombe pas juste à point, la voiture s'ébranle par un à-coup. Pour entamer doucement une allure, il est préférable de ne placer le rassembler qu'après le commandement d'exécution, de manière que le mouvement commandé lui succède sans intervalle; c'est affaire d'habitude aux conducteurs d'arriver à mettre la voiture en branle dans le même temps.

Cette solution admise, les commandements préparatoires disparaissent de l'École du canonnier conducteur, et comme il ne reste plus que des commandements d'exécution, rien n'empêche d'employer ceux de l'École du canonnier à cheval qui suffisent à presque tous les mouvements de la conduite des voitures. Dès lors, méthodes, procédés, commandements restent identiques pendant toute l'instruction, au grand soulagement de la mémoire des instructeurs et des hommes de recrue.

En dehors de ces critiques d'ensemble, il reste à examiner en détail le Règlement sur les manœuvres des batteries attelées de la même façon qu'il a été procédé pour le Règlement sur l'instruction à cheval.

École du canonnier conducteur.

Le but de l'École du canonnier conducteur n'est défini en aucun point du texte des deux parties qui composent cette école. Il en résulte une incertitude fâcheuse sur l'importance relative des exercices qu'elle comporte. Il est bien dit, au début de l'École de section, que les conducteurs ne sont admis à cette école que lorsqu'ils sont suffi-

Digitized by Google

samment habiles à conduire une voiture au pas et au trot dans toutes les directions. Il y aurait lieu d'ajouter *en tous terrains;* mais ce qu'il faut retenir surtout de ce programme, c'est l'emploi exclusif du pas et du trot. Il serait utile de familiariser les attelages et les conducteurs avec le galop pour permettre l'emploi de cette allure à l'École de section.

L'École du canonnier conducteur, telle qu'elle est exposée dans le Règlement de 1880, est plutôt une manœuvre qu'une instruction de conduite des voitures. L'homme de recrue y est exercé à exécuter des figures symétriques, dont la difficulté éveille son attention et développe son habileté dans les mouvements d'ensemble. On peut regretter qu'il ne soit pas plus souvent mis aux prises avec de véritables difficultés de conduite tenant aux circonstances ou au terrain.

1re Partie. — La première partie de l'École du canonnier conducteur s'exécute avec des chevaux non attelés. L'homme de recrue y apprend les principes de conduite des attelages et exécute avec eux une partie des mouvements qu'il doit faire ensuite avec les voitures. On peut y proposer les modifications suivantes :

Faciliter le tracé des mouvements en donnant les dimensions des à-droite, des à-gauche, par le rayon du cercle décrit et non pas par la longueur de l'arc ;

Ajouter aux mouvements existants le demi-tour à gauche avec les attelages seuls ;

Préparer l'exécution correcte des à-droite, à-gauche, demi-tours, par l'adoption de mouvements circulaires tels que la volte et le cercle individuel ;

Simplifier l'exécution des mouvements de pied ferme en supprimant les commandements qui les alourdissent ; des indications suffisent là où il s'agit uniquement de démontrer le mécanisme d'un mouvement.

2e Partie. — La deuxième partie de l'École du canon-

Digitized by Google

nier conducteur s'exécute avec des voitures attelées. Elle prête, pour le tracé des différents mouvements, pour l'emploi de la marche circulaire, pour l'exécution des mouvements de pied ferme, aux mêmes observations que la première partie. Il faut noter que la marche circulaire des trois attelages d'une même voiture, harnachés à la française, est des plus difficiles à exécuter, que les principes de cette marche sont enseignés pour la première fois au moment du demi-tour et qu'une préparation antérieure serait des plus utiles.

Les voitures sont attelées à six dès le début. En commençant par les atteler à deux, tous les hommes de recrue apprendraient le métier de conducteur de derrière, qui est le plus difficile, avant de passer outre.

Les cercles décrits pour les à-gauche et les demi-tours ont un rayon différent. L'adoption d'un rayon invariable faciliterait certainement l'instruction.

Le parc nécessite, pour la formation et pour la rupture, des commandements peu commodes.

Si l'on considère la formation, il y a lieu de remarquer que, dans la pratique des routes et des manœuvres, mille circonstances se produisent qui font, dans chaque cas, adopter une solution particulière ; en habituant les conducteurs à ne former le parc que sur des indications, on les préparerait plus sûrement aux exigences de la réalité. L'attention de la colonne serait éveillée par le commandement d'avertissement : *Pour former le parc!*

La rupture du parc aboutit toujours à une formation connue qui est la colonne de route ; dans certains cas, il peut être utile de rompre par sections une batterie parquée ou même de la faire avancer tout entière. Pour ces motifs, il y aurait lieu de traiter une batterie parquée comme une batterie formée à intervalles serrés et de la manier par les mêmes commandements.

Il faudrait recourir à des indications pour rompre le parc chaque fois qu'il serait composé d'éléments irréguliers.

Digitized by Google

La rupture par attelage et la formation en bataille des attelages semblent un peu rigides. On pourrait donner de l'élasticité à ces deux mouvements en adoptant quelque chose d'analogue à la rupture du peloton en colonne par deux et au déploiement de cette colonne. On peut admettre, par exemple, les dispositions suivantes :

Les attelages se rassemblent sur une ligne derrière un guide; l'alignement est pris au centre à moins d'indication contraire. Les attelages rompent par la droite d'une façon analogue à la rupture par deux du peloton.

Les attelages en colonne se forment en bataille indifféremment en avant, à gauche, à droite ou en oblique, les éléments successifs se plaçant toujours à la gauche des éléments qui les précèdent. La place de l'instructeur détermine le sens de la formation. Au commandement : *En bataille,* l'attelage de tête se redresse dans la direction du guide, marche quelques pas et s'arrête; les autres s'alignent sur lui ; la formation terminée, le rang rectifie sa position derrière le guide.

La deuxième partie de l'École du canonnier conducteur ne contient pas les mouvements les plus difficiles de la conduite des voitures, ceux d'amener et d'emmener l'avant-train. Délicats par eux-mêmes, ces mouvements se compliquent des difficultés inhérentes aux mises en batterie; ils méritent donc une attention spéciale qu'il est plus facile de leur donner en les considérant comme parties intégrantes de la conduite des voitures. En les réservant pour l'École de section, on s'expose à les négliger, tout en créant un mélange d'attributions.

Note relative aux dispositions à prendre pendant les marches. — Outre les deux parties examinées, l'École du canonnier conducteur comprend une annexe qui correspond au travail à l'extérieur du Règlement sur l'instruction à cheval.

La note relative aux dispositions à prendre pendant les marches traite des difficultés provenant du terrain et des

Digitized by Google

moyens de les surmonter ; mais elle est muette sur l'emploi des attelages et l'utilisation des allures réglées si nécessaires à leur conservation et dont il a été parlé plus haut (1).

Pour combler cette lacune, il faudrait rappeler la nécessité d'employer des *allures réglées* et enseigner :

Les *règles d'alternance des allures* pour des vitesses de marche données ;

Les *vitesses moyennes de marche* qui conviennent à des parcours de longueur variable ;

La *somme de travail* qu'on doit pouvoir exiger à un moment donné d'attelages en bonne condition.

École de section.

« L'école de section a pour but de confirmer les canonniers dans les principes et de les former au travail d'ensemble en leur faisant exécuter tous les mouvements de la section dans la batterie (2). »

Il serait effectivement à désirer que l'instruction de l'homme de recrue fût complète, au point de vue du travail d'ensemble, à la fin de l'École de section ; mais il faudrait, pour que cette conception fût réalisable, que l'École de batterie, à l'instar de l'École de l'escadron, devînt une école des guides ; et il n'en est pas ainsi. Dans la batterie, la section du centre suit le guide ; les deux sections des ailes se règlent sur le centre, directement, sans passer par l'intermédiaire de leurs chefs qui deviennent inutiles. Cependant la section isolée marche toujours avec le guide au centre (3) et c'est un principe à maintenir que, dans la section, tous les yeux sont fixés sur le chef qui en est le guide.

---

(1) Voir p. 118.

(2) *Règlement sur les manœuvres des batteries attelées*, n° 101.

(3) L'avant-propos parle de la nécessité de faire marcher la section avec le guide à l'une des ailes, mais l'École de section n'en parle pas.

Digitized by Google

Formation de la section. — Pour que l'École de batterie devienne une école pour les chefs de section, il faut que ceux-ci puissent se régler entre eux; ils doivent donc se voir facilement et, par suite, leur place est en avant de leur section.

Le chef de section, ainsi placé en avant de sa troupe, peut être au centre ou à l'une des ailes. Si le guide est au centre, la transmission de la direction est difficile. S'il est à l'une des ailes, une des voitures le suit et prend facilement la direction; l'autre se règle sur la première avec facilité puisque les éléments sont de même nature. La transmission de l'allure se fait plus facilement pour le même motif : il suffit, pour éviter les à-coup, de placer le guide assez en avant de la voiture qui le suit pour que les fluctuations d'allure de son cheval n'aient pas une influence immédiate sur la vitesse de cette voiture.

La direction et l'allure peuvent être transmises, soit aux chefs de voiture, soit directement aux conducteurs de devant. Dans le premier cas, le rôle des conducteurs de devant se réduit à garder le botte-à-botte avec leurs chefs de voiture. Mais il semble que, si une machine lourde comme une voiture se plie difficilement aux variations d'allure et de direction d'une masse aussi légère que celle du guide, il ne faut pas doubler la difficulté en créant l'intermédiaire du chef de voiture, de même nature que le guide. Ce sont donc les conducteurs de devant qu'il y a lieu de rendre responsables de la conservation de l'allure et de la direction, et par suite de l'intervalle. Les chefs de voiture restent à côté des conducteurs de devant, leur transmettent les commandements, indiquent les mouvements à faire et en surveillent l'exécution.

Commandements. — L'École de section n'admet pas le geste comme moyen de commandement; en effet, à l'École de batterie, les chefs de section doivent faire manœuvrer leur troupe à la voix. L'avant-propos du Règlement de

Digitized by Google

1880 pose en principe que les gestes sont insuffisants pour remplacer les commandements en usage. On peut remarquer, cependant, qu'un geste se voit toujours, tandis que la voix se perd la plupart du temps dans le fracas de la batterie. La manœuvre au geste a, de plus, le grand avantage de fixer tous les yeux sur le chef de section et d'éveiller une attention continuelle; dans un moment critique, les commandements sont bien longs et la rapidité du geste est une ressource précieuse. Il semble donc que la manœuvre au geste puisse être adoptée sans inconvénient et devenir d'un emploi fréquent à l'École de section : une section instruite devra dès lors suivre partout son chef sans autres indications que ses gestes, la direction et l'allure de son cheval [1].

Allures.— L'École de section n'admet, comme allures de manœuvre, que le pas et le trot; le Règlement [2] prescrit cependant l'emploi d'allures très vives pour l'occupation des positions de batterie. On peut objecter que l'emploi du galop pour la mise en batterie peut apporter un certain trouble chaque fois que le terrain se prête peu à l'exécution de ce mouvement difficile. Mais, en admettant que le galop doive être banni de la mise en batterie elle-même, il ne reste pas moins vrai que son emploi accélère le déploiement en bataille préliminaire. Dans la pratique des écoles à feu et des manœuvres, le galop est d'un usage fréquent pour les exercices d'occupation des positions de batterie. Il est donc préférable d'en préconiser franchement l'usage sous peine de courir à un désordre fâcheux, dans un moment critique, en employant par surprise une allure peu familière aux hommes et aux chevaux. Le galop, une fois adopté, doit être pratiqué dès le début de l'École

---

(1) La manœuvre au geste présente encore cet avantage qu'elle oblige celui qui commande à *se placer* pour commander.

(2) *Service en campagne,* titre VII, 1re partie, chap. II, § 9, et IIe partie, art. II, n° 399; l'*Aide-mémoire* insiste également sur ce sujet.

Digitized by Google

du canonnier conducteur, pour que les attelages et les conducteurs soient convenablement entraînés au moment d'aborder l'École de section.

Conclusion.

Comme l'examen d'ensemble, l'examen de détail nous a montré les différences profondes qui existent entre le Règlement sur l'instruction à cheval et le Règlement sur les manœuvres des batteries attelées.

Pour faire disparaître ces différences, il est nécessaire que l'un des deux Règlements emprunte à l'autre ses méthodes et ses procédés d'instruction.

La pratique a consacré la valeur des errements préconisés par le Règlement sur l'instruction à cheval. Il semble donc naturel de les porter dans le Règlement de manœuvres des batteries attelées plutôt que de faire un pas en arrière pour l'instruction à cheval en revenant à l'ancienne ordonnance de cavalerie qui a laissé une si forte empreinte sur notre instruction actuelle de conduite des voitures.

Les modifications désirables au Règlement de 1880 peuvent se résumer ainsi :

Adoption, pour l'École du canonnier conducteur, des méthodes, des procédés d'instruction et des commandements du Règlement sur l'instruction à cheval ;

Adoption, pour l'École de section, d'une formation qui permette à la section de figurer dans la batterie comme le peloton dans l'escadron.

Interprétation des Règlements.

Cause des erreurs d'interprétation.

Étant donnée la divergence de méthodes et de procédés que nous a montrée l'étude des Règlements, il faut s'atten-

Digitized by Google

dre, dans la pratique, à ce qu'une certaine confusion s'établisse dans l'esprit des instructeurs (1) et les empêche d'apporter, dans l'application des Règlements, la netteté d'idées désirable. Il est difficile, en effet, de concevoir que tel principe indispensable pour apprendre au conducteur à monter à cheval puisse être mis de côté, ou remplacé par un autre contradictoire, dès que l'homme monte à deux chevaux; que ce qui est bon à l'École du peloton ne soit pas bon à l'École de section. Si la manière d'être de chacun des Règlements peut se justifier par des considérations théoriques, celles-ci sont assez délicates pour échapper aux instructeurs, tandis que le fait brutal de la dissemblance les frappe et les saisit. Malgré eux, un travail d'assimilation entre les deux Règlements se produit et finit par enlever à chacun de ceux-ci son caractère spécial. C'est le Règlement sur l'instruction à cheval, étranger à l'arme, qui prête le plus aux erreurs d'interprétation résultant du travail inconscient dont on vient d'expliquer la raison. On peut signaler comme les plus fréquentes (2):

L'abandon du principe de direction. Les jalons employés sur les carrés sont tellement petits qu'ils ne peuvent être aperçus que du conducteur qui approche de l'angle. Les carrés sont souvent tracés aux mêmes places et présentent de larges pistes où les chevaux marchent, acoquinés aux traces des journées précédentes (3).

La négligence du réglage des allures. Ce réglage est rarement possible au travail des carrés, ceux-ci ne recevant pas les dimensions réglementaires (4). Au travail sur de grandes lignes, les jalons destinés à marquer les différentes vitesses ne sont guère employés.

---

(1) Les expressions d'instructeurs, de cadres visent ici les cadres subalternes, sous-officiers et brigadiers, employés à l'instruction des recrues. C'est sur l'intelligence de ces cadres, en effet, que doit se régler toute méthode d'instruction dont ils sont les interprètes nécessaires.

(2) Il est bien entendu que ces erreurs ne se répètent pas toutes, ni partout; mais il est difficile que quelques-unes d'entre elles n'existent pas tant que la cause existera.

(3) Voir *Règlement sur l'instruction à cheval*, n° 46.

(4) Le périmètre du carré est : $2 \times 90 + 2 \times 30 = 240$ mètres, vitesse du trot.

Digitized by Google

La négligence des principes d'emploi du cheval. Le travail à l'extérieur n'est pas mis en pratique. Les exercices qu'il comporte exigent trop de temps pour trouver place dans l'instruction; mais avec eux sont mises de côté les prescriptions si importantes relatives à l'emploi du cheval.

La négligence des principes de marche derrière un guide. L'École du peloton est avant tout l'école de la marche en troupe derrière un guide. Mais, dans la pratique, les longues marches en bataille, à une allure bien réglée, sont abandonnées pour les mouvements de manœuvre et surtout la conversion à pivot fixe. C'est qu'en effet, sans la charge, le peloton n'a plus d'autre rôle à remplir qu'à faire figure honorable à la manœuvre de l'escadron. Pour cela, il doit être rompu au mouvement qui se présente le plus fréquemment pour lui dans cette manœuvre, la conversion à pivot fixe, et comme c'est le seul mouvement où le peloton agisse indépendamment du guide, il s'habitue bien vite à se désintéresser de lui. L'École de l'escadron contribue à fortifier cette erreur : l'alignement, par suite des habitudes prises à l'École de batterie, résulte d'une sorte d'entente entre les pelotons qui se règlent au centre sans se préoccuper de leurs guides.

Le moyen de rendre de pareilles erreurs impossibles consiste à établir, d'un bout à l'autre de l'instruction à cheval, l'unité de principes, de méthodes et de procédés dont l'étude des Règlements a démontré la possibilité, en écartant de cette instruction tout ce qui ne concourt pas directement à préparer la manœuvre des batteries attelées.

(*A suivre.*)

A. Girette,
Lieutenant d'artillerie, Instructeur d'équitation à l'École des élèves-officiers de Versailles.

Digitized by Google

NOTE

SUR UN

PROCÉDÉ DE REPÉRAGE

EN DIRECTION

APPLICABLE AUX PIÈCES DE CAMPAGNE ET AUX PIÈCES DE SIÈGE.

Plusieurs officiers ont déjà proposé des appareils de repérage en direction reposant sur l'emploi d'un miroir; et jusqu'ici, on a trouvé qu'un miroir était un instrument trop fragile pour être transporté et manié à la guerre. Cependant, il nous semble que l'objection n'a plus lieu d'exister si le miroir est suffisamment protégé par sa monture, et si ses dimensions sont très restreintes.

Aussi, avons-nous pensé qu'il serait intéressant de donner la description et l'emploi de deux nouveaux appareils de repérage, l'un pour les pièces de campagne et l'autre pour les pièces de siège, basés l'un et l'autre sur l'emploi d'un miroir. Ces appareils sont d'une construction simple et d'un usage commode ; ils donnent un repérage précis et rapide.

Principe sur lequel reposent les appareils.

Supposons un cordeau horizontal CC′ (fig. 1) et un miroir M dont le plan soit perpendiculaire à ce cordeau.

Si l'on regarde par le bord inférieur du miroir de façon à voir directement le point C du cordeau, on verra en même temps par réflexion le point C′.

Le cordeau et son image paraîtront sur le prolongement l'un de l'autre, puisque le cordeau est perpendiculaire au plan du miroir. Cela aura lieu, quel que soit le point du cordeau considéré, quels que soient la grandeur du miroir

Digitized by Google

et le point du bord par lequel on fait passer le rayon visuel.

Le cordeau et son image paraîtront encore sur le pro-

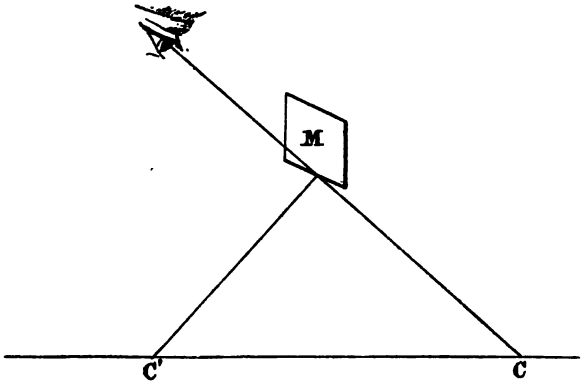


Fig. 1.

longement l'un de l'autre si le cordeau n'est pas horizontal et si le miroir n'est pas vertical, mais à la condition que le rayon visuel soit dans le plan vertical passant par le cordeau.

Appareil de repérage de campagne.

L'appareil de repérage en direction proposé pour les pièces de campagne se compose d'une plaque porte-miroir, d'une réglette, d'une fiche et d'un cordeau. Toutes ces parties ont des dimensions telles qu'elles peuvent aisément être contenues dans un sac à étoupilles.

La *plaque porte-miroir* (fig. 2) est en laiton de 3 millimètres d'épaisseur.

Ses deux extrémités sont repliées à angle droit sur une largeur de 5 millimètres en B et de 9 millimètres en A.

Elle porte, en K, un petit fil à plomb qui, en battant contre elle, permet de la rendre à peu près verticale.

En V, un petit tenon déborde en arrière de 2 centimètres.

Sur la plaque est fixé, au moyen du cadre P, maintenu par deux vis, un miroir M de bonne qualité, en verre poli

Digitized by Google

sur ses deux faces, de 3 millimètres d'épaisseur. Les bords du cadre sont biseautés afin de moins gêner la vue.

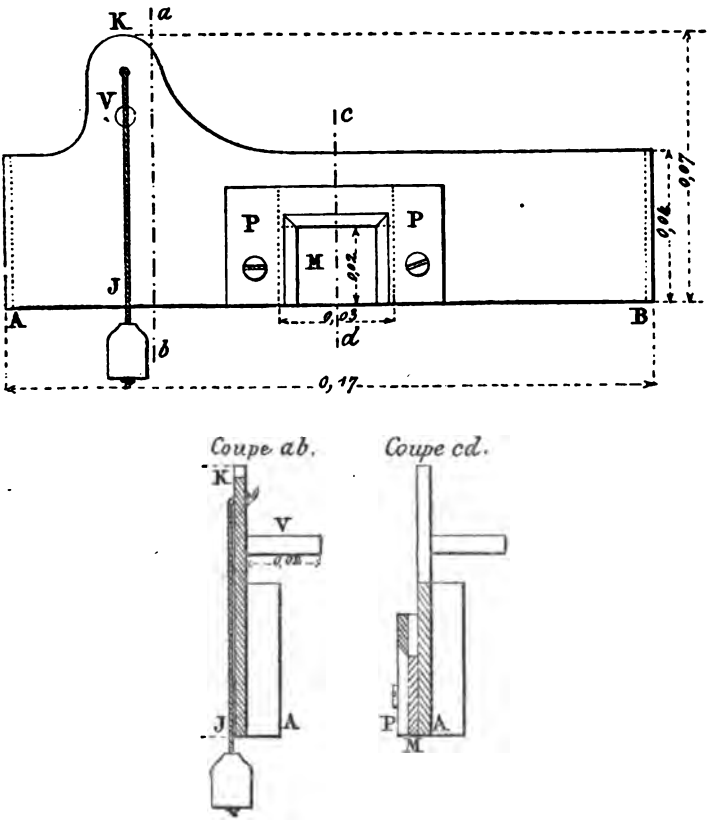


Fig. 2 (1/2).

La *réglette* (fig. 3) est formée d'une plaque de laiton R de 3 millimètres d'épaisseur, sur laquelle sont rivées deux fiches.

Le bord supérieur de la plaque est recourbé en équerre et présente une rainure le long de laquelle peut se mouvoir un curseur fixé à l'une des extrémités du *cordeau* et maintenu simplement par la tension de celui-ci. Le long

Digitized by Google

de la rainure est une graduation de deux en deux millimètres (¹).

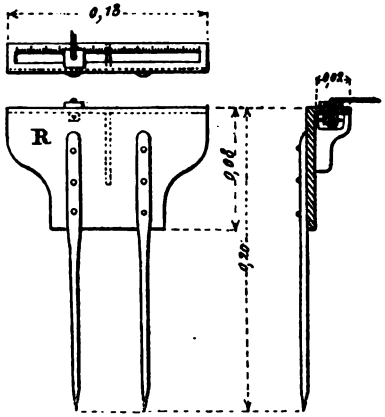


Fig. 3 (¹/₈).

Le cordeau a 1ᵐ,60 de longueur ; l'extrémité opposée

(¹) On peut réaliser une très grande simplicité dans la construction de l'appareil en le construisant en bois de façon qu'il puisse être exécuté par le premier ouvrier venu. — Le *porte-miroir* AB (fig. 4) est en bois sec (chêne ou autre); il porte en A un

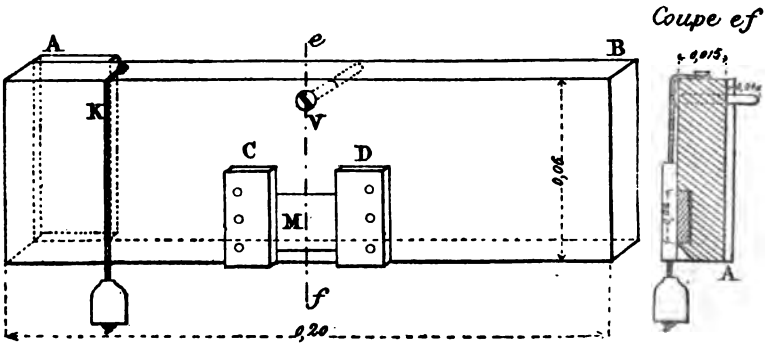


Fig. 4 (²/₈).

petit liteau de 4 millimètres d'épaisseur pour racheter la conicité de la pièce ; en K est un fil à plomb maintenu par un clou ; le miroir M y est encastré et maintenu par deux petits liteaux C, D, avec deux morceaux de caoutchouc formant matelas aux extrémités ; une vis V, débordant en arrière de 1 centimètre, permet d'appli-

Digitized by Google

au curseur est munie d'une boucle dans laquelle peut entrer une *fiche simple* (1).

Emploi de l'appareil.

On conçoit que, si on relie invariablement à une pièce pointée un miroir vertical, et si l'on tend sous ce miroir un cordeau horizontal et perpendiculaire à son plan, l'image du cordeau coïncidera avec le cordeau lui-même, lorsqu'on regardera comme l'indique la figure 1.

Si l'on déplace la pièce, le cordeau ne sera plus sur le prolongement de son image; et pour avoir de nouveau la coïncidence, il faudra, en déplaçant la crosse, ramener le plan du miroir à être perpendiculaire au cordeau. Par suite, la pièce aura la même direction, qu'elle se trouve en avant ou en arrière, à droite ou à gauche de sa position primitive.

Il suffit donc de réaliser les conditions suivantes : avoir un miroir vertical invariablement lié à la pièce, et un cordeau horizontal.

A cet effet, on prend de chaque main, entre le pouce et l'index, les extrémités de la plaque porte-miroir, et on

quer l'appareil contre la pièce. — La réglette R (fig. 5), également en bois, est fixée sur les fiches en fer et est fendue d'un large trait de scie *ab*. L'une des arêtes supérieures est chanfreinée et porte la même graduation que la réglette métallique. Le cordeau est engagé dans le trait de scie et un nœud remplace le curseur.

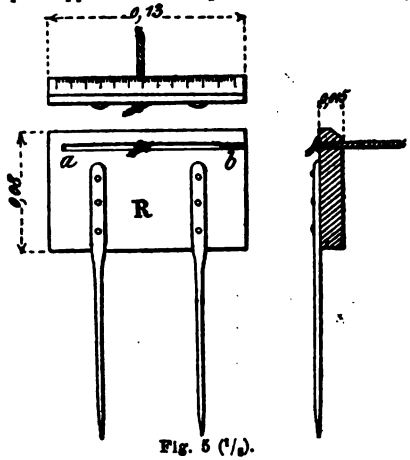


Fig. 5 (1/2).

(1) Il peut arriver dans la pratique que l'emploi des fiches soit difficile : si la pièce est en batterie sur une route, si le terrain est durci par la gelée, si le cordeau est gêné par des herbes. En nous servant, dans ce cas, de l'écouvillon posé à terre en travers de la volée, et en repérant au moyen de son contour apparent, nous avons obtenu une exactitude comparable à celle fournie par le cordeau. Si l'écouvillon est un peu courbé, il faut chercher à faire coïncider les mêmes points.

Digitized by Google

l'applique contre la volée, de façon qu'elle s'appuie par les deux rebords A et B et par l'extrémité du tenon V.

En élevant ou abaissant les mains, on déplace les points d'appui de manière que la plaque arrive juste au contact du fil à plomb. Alors le plan passant par les deux rebords de l'appareil est un plan vertical tangent au cône de volée le long de la génératrice latérale. La différence de largeur des rebords A et B rachetant la conicité de la volée, le plan du miroir M est aussi vertical et est parallèle à l'axe de la pièce.

La hauteur KJ est telle, du reste, que l'appareil peut s'appliquer en un point quelconque de la volée d'un canon de 90^{mm} ou de 80^{mm}.

La réglette est fichée en terre, en avant de la roue gauche de l'affût, le curseur environ au milieu de la graduation. On tend le cordeau et on plante verticalement la fiche en avant de la roue droite, de façon que la coïncidence ait à peu près lieu dans le miroir. On achève d'amener la coïncidence en déplaçant le curseur.

Le cordeau n'est pas horizontal, mais il est dans un plan perpendiculaire au plan du miroir. Soit μ ce plan qui contient le rayon visuel.

Si l'on déplace l'appareil le long de la volée, de 20 à 30 centimètres, la coïncidence n'a plus lieu. On la ramène en déplaçant le cordeau le long de la fiche simple. Le cordeau, déplacé le long de la fiche qui est verticale, n'est pas sorti du plan μ, mais il se trouve maintenant dans le plan ν du nouveau rayon visuel. Ces deux plans μ et υ perpendiculaires à un même plan vertical, ont leur intersection horizontale. Cette intersection est le cordeau.

D'après une remarque faite précédemment lorsque nous avons exposé le principe sur lequel repose l'appareil, l'horizontalité du cordeau et la verticalité du miroir ne sont plus nécessaires, si l'œil de l'observateur est dans le plan vertical passant par le cordeau.

Aussi suffit-il de se rapprocher le plus possible de cette

Digitized by Google

position, en plaçant un pied de part et d'autre du cordeau et en appliquant l'appareil droit devant soi.

Le repérage a une exactitude telle que si on le vérifie au moyen de la Hausse, le but reste toujours entre les pointes du guidon (1).

Cet appareil corrige l'inclinaison des tourillons, puisque, quelle que soit la génératrice latérale de la pièce contre laquelle on l'applique, le miroir est toujours parallèle à l'axe.

On a même pu, en pointant sur un but déterminé, et en recommençant l'opération après avoir élevé l'une des roues, vérifier la loi empirique généralement employée pour corriger l'influence de l'inclinaison des tourillons.

Le pointeur a dans son sac à étoupilles le miroir, la réglette et la fiche.

La pièce pointée à la Hausse, le pointeur fixe en terre la réglette parallèlement à la roue gauche et en avant. Il passe au pointeur servant la fiche engagée dans la boucle du cordeau ; puis, appliquant le miroir contre la volée, au-dessus du cordeau, il fait enfoncer la fiche, le cordeau bien tendu, de façon que la coïncidence ait à peu près lieu.

Le 2e servant de gauche achève d'amener la coïncidence en déplaçant le curseur suivant les indications du pointeur.

Cela fait, le pointeur déplace le miroir d'environ 30 centimètres le long de la volée. Si le cordeau a été placé horizontalement, il coïncidera encore avec son image. Sinon, le pointeur fait rétablir la coïncidence par un déplacement de la boucle du cordeau le long de la fiche et vérifie ensuite, en replaçant le miroir au-dessus du cordeau, si ce dernier ne s'est pas dérangé (2).

La pièce est ainsi repérée en direction. Il suffira, dans

(1) Il faut avoir soin, pour cette vérification, d'opérer sur un terrain ferme. En déplaçant la crosse, on pourrait faire varier l'inclinaison des tourillons, et la vérification n'aurait plus lieu. L'erreur ne proviendrait pas alors de l'appareil, mais de l'inclinaison de la Hausse.

(2) Il suffit en moyenne d'une minute pour l'installation du cordeau. Le repérage s'exécute en 15 à 20 secondes.

Digitized by Google

la suite, que le pointeur se porte à la volée et fasse déplacer la crosse jusqu'à amener la coïncidence.

La réglette permet de corriger la dérive. Les divisions étant de 2 millimètres et le cordeau étant de $1^m,60$, double de la ligne de mire, une division de la réglette correspond à un millimètre de la planchette des dérives.

Appareil de repérage de siège.

L'appareil proposé pour les pièces de siège est organisé de façon à repérer l'affût. Il s'installe entre la tête d'affût et l'épaulement de façon à éviter tout encombrement sur le terre-plein ou sur la plate-forme et à se trouver, ainsi que le pointeur, parfaitement abrité par la masse couvrante.

Le cordeau est fixé à deux piquets, plantés à demeure au pied de l'épaulement, de telle sorte qu'on puisse le retirer à volonté et le replacer horizontalement, toujours dans la même direction.

Le miroir est relié à la pièce de la façon suivante :

Une plaque d'appui A (fig. 6), munie de deux crochets, est fixée à la plaque de la tête d'affût [1] à $1^m,15$ environ au-dessus de la plate-forme ; une vis V permet de la rendre verticale en rachetant l'inclinaison de la tête d'affût, quelque valeur que celle-ci ait prise par suite de la dénivellation de la plate-forme dans le sens de la directrice.

Contre cette plaque s'appuie un limbe B par les deux talons t, t'. Il est supporté par une console C qui peut tourner autour d'un pivot P. Ce mode de suspension permet de rendre le limbe horizontal, tout en assurant son contact avec la plaque d'appui, quelle que soit la différence de niveau des roues. Une règle plate R peut se mouvoir sur le limbe autour d'un pivot O. Une de ses extrémités porte un vernier se mouvant le long d'une graduation de 0° à 90°. L'autre extrémité porte un *miroir* M et un *niveau* N per-

[1] Nous supposons que le dispositif est appliqué à un affût de siège long de 155mm ou de 120mm, ou à l'affût de siège et place mod. 1880 (entretoise de tête d'affût).

Digitized by Google

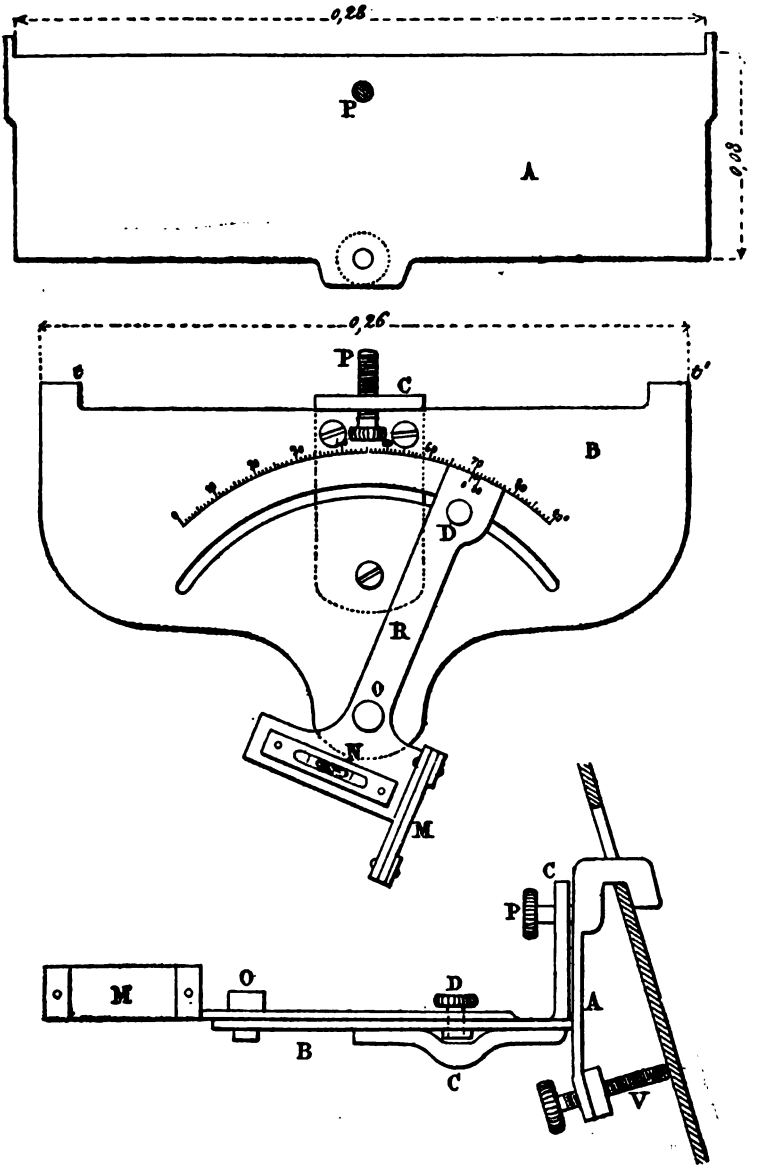


Fig. 6 (1/2).

Digitized by Google

pendiculaires entre eux. Une vis de pression D permet de fixer la règle à une position quelconque.

La console est en fer forgé ; toutes les autres pièces sont en laiton laminé de 3 millimètres d'épaisseur.

Emploi de l'appareil.

Supposons une pièce pointée sur un but quelconque.

On tend le cordeau horizontalement au pied de l'épaulement, on accroche l'appareil à la tête d'affût et on rend la plaque d'appui A verticale, en plaçant un niveau de pointage sur le limbe, dans la direction de la pièce, et en agissant sur la vis V.

Puis, desserrant la vis de pression D, on déplace la règle R de façon à amener la coïncidence du cordeau avec son image, tout en maintenant le miroir vertical au moyen du niveau N.

On fixe alors la règle, et la pièce est repérée. On enlève l'appareil.

Le coup parti, pour pointer de nouveau la pièce, il suffit d'accrocher l'appareil, de rendre le miroir vertical et de faire porter la crosse à droite ou à gauche, de manière à amener le fil en coïncidence avec son image. Le plan de tir, qui est invariablement lié au plan du miroir, fait avec le cordeau le même angle que précédemment.

Cet instrument, dans les vérifications qui ont été faites avec la Hausse, a toujours laissé le but entre les deux pointes du guidon. Il est d'un emploi facile, l'opération revenant à faire coïncider deux traits.

Le repérage demande une demi-minute.

La correction du tir peut s'opérer facilement en déplaçant la réglette, car le vernier donne les cinq minutes. En augmentant les dimensions de l'appareil, on pourrait sans doute arriver encore à plus de précision.

Le champ de tir est de 90°.

L'appareil peut facilement s'approprier à un genre de planchette quelconque, pour permettre le pointage initial:

Digitized by Google

la pièce étant pointée sur un point trigonométrique, il suffit de la repérer, dans cette position, sur le cordeau qui est fixe en direction, et de graduer la planchette de façon que la division passant par le point trigonométrique visé soit la même que celle trouvée sur le limbe.

Examen des causes d'erreur qui peuvent se produire et recherche de l'erreur qui en résulte.

Recherchons quel est le degré d'exactitude que l'on peut obtenir dans l'emploi du miroir de campagne.

Supposons l'appareil bien construit, c'est-à-dire le miroir fixé bien à plat contre la plaque, et la conicité de la volée exactement rachetée par la différence de largeur des rebords. Alors, quelle que soit son inclinaison, le miroir sera toujours parallèle à l'axe de la pièce.

Il peut arriver que le pointeur, au lieu de placer le miroir exactement au-dessus du cordeau, le porte trop à droite ou trop à gauche.

La verticalité du miroir n'est pas rigoureuse, parce que le pointeur ne laisse pas le fil à plomb tomber librement.

Le cordeau n'est pas tout à fait horizontal.

Supposons ces trois causes d'erreur réunies et calculons l'erreur produite en supposant l'axe de la pièce incliné d'un angle τ sur l'horizon.

Admettons qu'il y ait coïncidence entre les deux extrémités du cordeau. Cela prouve que l'axe de la pièce est dirigé de telle sorte que le cordeau est situé dans un plan perpendiculaire au plan du miroir et passant par le rayon visuel.

Prenons deux plans de projection, l'un horizontal, et l'autre vertical parallèle à l'axe de la pièce et passant par le même point du miroir que le rayon visuel.

Soient O′ (fig. 7) la trace du cordeau sur le plan vertical, M′ le point d'intersection du miroir par le rayon visuel; l'angle de M′O′ avec la verticale, soit α, mesure la

Digitized by Google

quantité dont le pointeur s'est écarté à gauche de la verticale OO'.

Le plan du miroir est incliné et fait avec la verticale un angle β. La trace de ce plan sur le plan vertical de projection fait avec la ligne de terre un angle τ, qui est celui de la pièce avec l'horizon, puisque le miroir est parallèle à l'axe de la pièce. Sa trace sur le plan horizontal fera, avec la ligne de terre, un angle π, tel que $\sin \pi = \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \tau$.

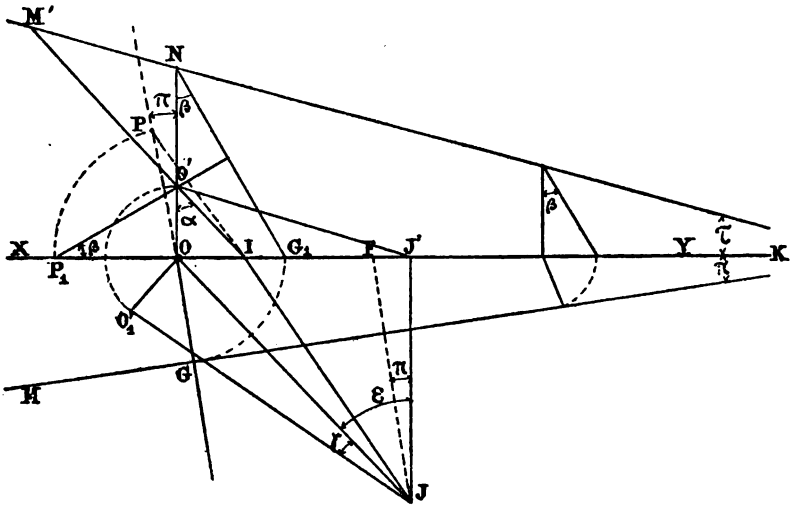


Fig. 7.

Par le point M' faisons passer un plan perpendiculaire au plan du miroir M'KM et contenant la trace verticale O' du cordeau.

La trace verticale de ce plan est M' O'. Pour avoir un point de sa trace horizontale, coupons le plan M'KM par un plan vertical NOG qui lui soit perpendiculaire et passe par OO', et rabattons-le autour de NO sur le plan vertical; soit NOG_1 le rabattement. Par O' menons une perpendicu- à NG_1; le point P_1, rabattu en P, sera un point de la trace horizontale cherchée et le plan sera M'IJ.

Une droite quelconque de ce plan, passant par O', rem-

Digitized by Google

plira la condition cherchée d'être dans un plan perpendiculaire au plan du miroir et passant par le rayon visuel. Donc, il y aura coïncidence.

Soit OJ, O'J' le cordeau ; il fera avec le plan horizontal un angle γ.

Or, si on fait tourner le plan vertical contenant l'axe de la pièce, autour de la verticale NO jusqu'à ce qu'il soit perpendiculaire au plan vertical projetant le cordeau, il sera dans une direction parallèle à OO_1'. Si alors on applique le miroir *verticalement* contre la volée et qu'on regarde de façon que le rayon visuel soit dans le plan vertical projetant le cordeau, il y aura coïncidence.

Cette direction OO_1' est celle qu'il eût fallu donner à la pièce, pour la repérer sans cause d'erreur sur OJ, O'J' ; donc, l'angle P_1OO_1', ou OJJ', est l'erreur qui a été commise dans le repérage, en inclinant le miroir et en l'appliquant en M'.

Soient :

$$OO_1' = OO' = m,\ OP_1 = OP = n,\ OJ = l \text{ et } OI = p.$$

Par J, menons une ligne JF parallèle à GP ; soient :

$$IF = q,\ FJ' = r \text{ et } FJJ' = PON = \pi.$$

Le triangle P_1OO' donne : $m = n \operatorname{tg} \beta$;
Le triangle $O_1'OJ$ donne : $m = l \operatorname{tg} \gamma$;
Le triangle OO'I donne : $p = m \operatorname{tg} \alpha$;

dans OJJ', on a : $p + q + r = l \sin \varepsilon$;
dans FJJ', on a : $r = l \cos \varepsilon \operatorname{tg} \pi$;
enfin les triangles POI et IFJ sont semblables et donnent :

$$q = \frac{pl \cos \varepsilon}{n \cos \pi}.$$

En remplaçant, dans ce système d'équations, l, n, p, q, r par leurs valeurs en fonction de m, il reste (m étant facteur commun) :

$$\sin \varepsilon - \cos \varepsilon \operatorname{tg} \pi = \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \gamma + \operatorname{tg} \alpha \frac{\cos \varepsilon \operatorname{tg} \beta}{\cos \pi} ;$$

Digitized by Google

en remplaçant $\sin \pi$ par $\operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \tau$, il vient :

$$\sin \varepsilon \sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \beta \operatorname{tg}^2 \tau} = \cos \varepsilon \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \tau$$
$$+ \operatorname{tg} \alpha \left[\operatorname{tg} \beta \cos \varepsilon + \operatorname{tg} \gamma \sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \beta \operatorname{tg}^2 \pi}\right].$$

Cette formule montre que, si α, β, γ et τ sont très petits,

$$\varepsilon = \beta\pi + \alpha(\beta + \gamma) ;$$

ε est du second ordre par rapport aux erreurs commises dans l'emploi de l'instrument.

Si l'angle de tir augmente, la valeur de l'erreur croîtra aussi, et il importera d'autant plus d'appliquer le miroir verticalement que l'angle de tir sera plus grand.

D'une façon générale, ε s'annule avec β et α; il faut donc toujours chercher à appliquer le miroir verticalement et exactement au-dessus du cordeau.

Dans le cas de l'appareil de siège, si le miroir est incliné, c'est qu'il aura tourné autour d'une horizontale, et la même formule pourra s'appliquer en annulant τ.

Il restera : $\sin \varepsilon = \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \beta \cos \varepsilon + \operatorname{tg} \gamma)$; or le facteur α n'est plus à la disposition du pointeur; il dépend de l'orientation de la pièce. Aussi faut-il s'attacher à rendre le cordeau bien horizontal et le miroir bien vertical, tout en plaçant les piquets du cordeau de façon que l'angle α soit minimum.

R. Roblin,
Lieutenant au 9e bataillon d'artillerie de forteresse.

Digitized by Google

THÉORIE

DE

L'ÉQUILIBRE ÉLASTIQUE

DES

SURFACES CONIQUES

APPLICATION A LA VOLÉE DES BOUCHES A FEU

Avant-propos.

Nous nous proposons, dans le travail qui suit, de déterminer les conditions de l'équilibre élastique des surfaces coniques, d'en établir les formules, et d'en faire l'application à la volée des canons, que cette volée soit simple, c'est-à-dire non frettée, ou composée de plusieurs épaisseurs de métal, ainsi que l'on commence à le pratiquer en France.

La théorie de la résistance des cylindres simples et composés a été établie dans plusieurs mémoires fort remarquables, pour ne citer que ceux du général Virgile et du général Gadolin.

Jusqu'à présent, nous ne croyons pas qu'il ait été fait une théorie de l'équilibre élastique des surfaces coniques. On s'est contenté de considérer le cône comme la limite d'une série de cylindres de hauteur infiniment petite. Nous allons faire voir que cette manière d'envisager la question est tout à fait erronée, et que la question est beaucoup plus complexe qu'elle ne le paraît au premier abord.

Le mémoire que nous présentons est divisé en trois parties. La première partie comprend le rappel des formules

Digitized by Google

de l'équilibre élastique de Lamé ; la seconde traite de l'équilibre élastique du cône ; enfin, la dernière est consacrée à l'étude du cône composé, c'est-à-dire des enveloppes coniques frettées l'une sur l'autre.

PREMIÈRE PARTIE.

RAPPEL DES FORMULES DE L'ÉLASTICITÉ.

Préliminaires.

1.— Nous n'avons pas l'intention, dans ce mémoire, de chercher une méthode particulière pour arriver à établir les formules de l'équilibre élastique d'une surface conique, car nous pensons que les méthodes directes qui ont conduit le général Virgile et le général Gadolin aux équations de l'équilibre du cylindre, n'offriraient pas le même degré de simplicité pour le cône, et qu'elles seraient plus compliquées que l'application directe des formules générales de Lamé.

Nous supposerons que les solides que nous considérons sont homogènes et d'élasticité constante, bien que dans la pratique il n'en soit point ainsi.

Nous allons rappeler les formules fondamentales de l'élasticité dont nous aurons besoin dans le cours de ce mémoire. Nous emploierons les coordonnées cylindriques.

Formules de l'équilibre élastique.

2. — Considérons trois surfaces coordonnées, un plan horizontal, un plan vertical méridien origine, et une série de cylindres concentriques. La position d'un point de l'espace sera évidemment déterminée par la connaissance de sa hauteur z au-dessus du plan horizontal, du rayon r du cylindre sur lequel il est situé, et enfin de l'angle φ du plan vertical avec le méridien origine.

Digitized by Google

Désignons par U, V, W, les déplacements de ce point sous l'influence d'une action extérieure : U déplacement suivant le rayon, V suivant le parallèle, W suivant la hauteur ; désignons en outre par R_n, Φ_n, Z_n, les composantes des forces élastiques suivant les trois directions adoptées, avec les conditions suivantes : n sera égal à 1 quand l'élément considéré sera perpendiculaire au méridien, n sera égal à 2 quand l'élément sera dans le méridien, et enfin n sera égal à 3 quand l'élément sera perpendiculaire à l'axe des z.

Les formules de l'équilibre élastique d'une portion du solide rapporté au système d'axes choisi précédemment sont, en négligeant les forces extérieures qui agissent sur la masse :

$$\frac{dR_1}{dr} + \frac{dR_2}{d\varphi}\frac{1}{r} + \frac{dR_3}{dz} + \frac{R_1 - \Phi_2}{r} = 0, \tag{1}$$

$$\frac{d\Phi_1}{dr} + \frac{d\Phi_2}{d\varphi}\frac{1}{r} + \frac{d\Phi_3}{dz} + \frac{R_2 + \Phi_2}{r} = 0, \tag{2}$$

$$\frac{dZ_1}{dr} + \frac{dZ_2}{d\varphi}\frac{1}{r} + \frac{dZ_3}{dz} + \frac{Z_1}{r} = 0. \tag{3}$$

Les valeurs des forces élastiques sont données par les formules :

$$R_1 = \lambda\theta + 2\mu\frac{dU}{dr}, \tag{4}$$

$$\Phi_2 = \lambda\theta + 2\mu\left(\frac{U}{r} + \frac{1}{r}\frac{dU}{d\varphi}\right), \tag{5}$$

$$Z_3 = \lambda\theta + 2\mu\frac{dW}{dz}, \tag{6}$$

$$R_2 = \Phi_1 = \mu\left(\frac{1}{r}\frac{dV}{d\varphi} + \frac{dV}{dr} - \frac{U}{r}\right), \tag{7}$$

$$\Phi_3 = Z_2 = \mu\left(\frac{1}{r}\frac{dW}{d\varphi} + \frac{dV}{dz}\right), \tag{8}$$

$$Z_1 = R_3 = \mu\left(\frac{dU}{dz} + \frac{dW}{dr}\right). \tag{9}$$

Dans ces formules, θ représente la dilatation cubique qui est exprimée par la relation :

$$\theta = \frac{dU}{dr} + \frac{U}{r} + \frac{1}{r}\frac{dV}{d\varphi} + \frac{dW}{dz}. \tag{10}$$

Digitized by Google

Équations différentielles du déplacement moléculaire.

3. — En se basant sur les relations (4) (5) (6) (7) (8) (9), on est conduit aux équations aux différentielles du second ordre suivantes, lesquelles expriment les relations qui existent entre les dérivées des déplacements produits par les forces élastiques :

$$(\lambda + 2\mu)\frac{d\theta}{dr} + \mu\left(\frac{d\Gamma}{d\varphi}\frac{1}{r} - \frac{d\mathcal{B}}{dz}\right) = 0, \qquad (11)$$

$$(\lambda + 2\mu)\frac{d\theta}{d\varphi}\frac{1}{r} + \mu\left(\frac{d\mathcal{A}}{dz} - \frac{d\Gamma}{dr}\right) = 0, \qquad (12)$$

$$(\lambda + 2\mu)\frac{d\theta}{dz} + \mu\left(\frac{dr\mathcal{B}}{dr}\frac{1}{r} - \frac{d\mathcal{A}}{d\varphi}\frac{1}{r}\right) = 0. \qquad (13)$$

Dans ces formules, on a posé :

$$\mathcal{A} = \frac{dV}{dz} - \frac{dW}{d\varphi}\frac{1}{r}, \qquad (14)$$

$$\mathcal{B} = \frac{dW}{dr} - \frac{dU}{dz}, \qquad (15)$$

$$\Gamma = \frac{dU}{d\varphi}\frac{1}{r} - \frac{dV}{dr} - \frac{V}{r}. \qquad (16)$$

Ces relations, suffisantes pour l'équilibre élastique d'un cylindre homogène d'élasticité constante, ou de tout solide décomposable en petits prismes, ont besoin d'être complétées, pour les surfaces coniques, par d'autres équations relatives à l'équilibre élastique de la paroi, ou de toute autre portion du milieu ayant une face inclinée par rapport à l'axe des z et à l'axe des rayons.

Ces nouvelles équations constituent les équations à la surface, et conduisent à considérer l'équilibre du tétraèdre dans le système de coordonnées cylindriques ; elles sont les équations complémentaires des précédentes.

Équilibre élastique du tétraèdre.

4. — Considérons une face inclinée quelconque du milieu, ou une portion inclinée dans le milieu. Nous pouvons toujours imaginer un tétraèdre élémentaire ayant

Digitized by Google

pour base un triangle pris dans le plan de la face inclinée, et pour autres faces des plans parallèles : 1° au plan des (φ, r); 2° au plan méridien origine; 3° à un plan perpendiculaire à ce dernier. Soient (fig. 1) : ABC la face inclinée dont

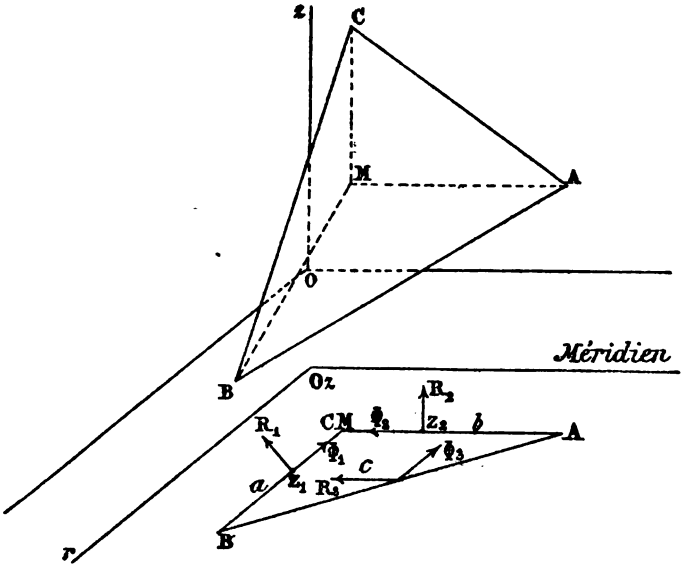


Fig. 1.

nous désignerons par ϖ la surface, AMC la face parallèle au méridien origine, CMB la face perpendiculaire au méridien et BMA la face perpendiculaire à l'axe des z. D'après les conventions admises précédemment, sur la face CMB$=a$ agissent les forces R_1, Φ_1, Z_1; sur la face AMC$=b$, les forces R_2, Φ_2, Z_2; et enfin sur la face AMB$=c$, les forces R_3, Φ_3, Z_3.

Désignons par R, Φ, Z les composantes de la force élastique normale exercée sur la face inclinée ϖ, ou de la force extérieure, si l'on considère un point de la surface. Projetons les forces sur l'axe des r: la face a donnera $-aR_1$; la face b, $-bR_2$; la face c, $-cR_3$; et la face ϖ, ϖR. Nous aurons donc :

$$\varpi R = aR_1 + bR_2 + cR_3.$$

Digitized by Google

Or la face a est égale à la face ϖ multipliée par le cosinus de l'angle des faces, ou par le cosinus de l'angle que la normale à la face inclinée ϖ fait avec le méridien origine. Soit α cet angle, nous aurons :

$$a = \varpi \cos \alpha ;$$

nous aurons de même :

$$b = \varpi \cos \beta, \qquad c = \varpi \cos \gamma.$$

La première équation d'équilibre est donc :

$$R = R_1 \cos \alpha + R_2 \cos \beta + R_3 \cos \gamma. \qquad (17)$$

En projetant sur les autres axes, nous aurons de même :

$$\Phi = \Phi_1 \cos \alpha + \Phi_2 \cos \beta + \Phi_3 \cos \gamma, \qquad (18)$$
$$Z = Z_1 \cos \alpha + Z_2 \cos \beta + Z_3 \cos \gamma. \qquad (19)$$

Soient φ la longitude du point considéré, et ψ son azimut, nous aurons :

$$\cos \alpha = \cos \varphi \cos \psi,$$
$$\cos \beta = \cos \psi \sin \varphi,$$
$$\cos \gamma = \sin \psi.$$

Les formules précédentes deviennent donc :

$$R = R_1 \cos \psi \cos \varphi + R_2 \cos \psi \sin \varphi + R_3 \sin \psi, \qquad (20)$$
$$\Phi = \Phi_1 \cos \psi \cos \varphi + \Phi_2 \cos \psi \sin \varphi + \Phi_3 \sin \psi, \qquad (21)$$
$$Z = Z_1 \cos \psi \cos \varphi + Z_2 \cos \psi \sin \varphi + Z_3 \sin \psi, \qquad (22)$$

Ces équations sont tout à fait identiques à celles qui expriment les mêmes relations en coordonnées rectilignes. Nous voyons ici l'avantage de pouvoir considérer un tétraèdre dont trois faces sont toujours parallèles au plan de base, au plan méridien origine et au plan perpendiculaire à ce dernier, avantage qui n'existe pas pour le parallélipipède, ce solide n'ayant pas des équations de même forme dans le système polaire et dans le système rectangulaire.

Digitized by Google

DEUXIÈME PARTIE.

ÉQUILIBRE ÉLASTIQUE DU TRONC DE CÔNE.

Équilibre élastique d'un tronc de cône soumis à une pression uniformément répartie sur l'une de ses bases.

5. — Supposons un tronc de cône appuyé par sa grande base sur le plan des (φ, r), et dont la petite base est chargée d'un poids uniformément réparti $-P$, en sens inverse des z. Soient h la hauteur du tronc, r_1 le rayon de la petite base, r_2 celui de la grande, i l'angle d'inclinaison de la génératrice du cône.

La déformation étant symétrique par rapport aux sections perpendiculaires à l'axe du tronc, il en résulte que les déplacements U et W sont indépendants de l'angle φ, et que le déplacement V est nul. Nous aurons donc :

$$V = 0, \quad \frac{dW}{d\varphi} = 0, \quad \frac{dV}{dz} = 0, \quad \frac{dU}{d\varphi} = 0.$$

En nous reportant aux formules (7) et (8), nous voyons que nous avons identiquement :

$$R_2 = \Phi_1 = 0, \qquad \Phi_2 = Z_2 = 0.$$

La valeur de la dilatation cubique se simplifie, et devient :

$$\theta = \frac{dU}{dr} + \frac{U}{r} + \frac{dW}{dz}, \tag{23}$$

et les valeurs des composantes des forces élastiques se réduisent à quatre :

$$R_1 = \lambda\theta + 2\mu \frac{dU}{dz}, \tag{24}$$

$$\Phi_2 = \lambda\theta + 2\mu \frac{U}{r}, \tag{25}$$

$$Z_2 = \lambda\theta + 2\mu \frac{dW}{dz}, \tag{26}$$

$$Z_1 = R_2 = \mu \left(\frac{dW}{dr} + \frac{dU}{dz}\right). \tag{27}$$

Digitized by Google

Les équations relatives à la surface deviennent :

$$R = R_1 \cos\psi \cos\varphi + R_2 \sin\psi, \tag{28}$$
$$\Phi = \Phi_2 \cos\psi \sin\varphi, \tag{29}$$
$$Z = Z_1 \cos\psi \cos\varphi + Z_2 \sin\psi. \tag{30}$$

Les formules de l'équilibre élastique se réduisent à deux :

$$\frac{dR_1}{dr} + \frac{dR_2}{dz} + \frac{R_1 - \Phi_2}{r} = 0, \tag{31}$$
$$\frac{dZ_2}{dz} + \frac{dZ_3}{dz} + \frac{Z_1}{r} = 0. \tag{32}$$

Les équations aux dérivées partielles du déplacement se simplifient, et l'on a :

$$\mathfrak{A} = 0, \qquad \Gamma = 0,$$
$$\frac{d\vartheta}{dr} = \frac{d^2U}{dr^2} + \frac{dU}{dr}\frac{1}{r} - \frac{U}{r^2} + \frac{d^2W}{dr\,dz},$$
$$\frac{d\vartheta}{dz} = \frac{d^2U}{dr\,dz} + \frac{dU}{dz}\frac{1}{r} + \frac{d^2W}{dz^2},$$
$$\frac{d\Delta\beta}{dz} = \frac{d^2W}{dr\,dz} - \frac{d^2U}{dz^2},$$
$$\frac{dr\Delta\beta}{dr}\frac{1}{r} = \frac{d^2W}{dr^2} - \frac{d^2U}{dz\,dr} + \frac{dW}{dr}\frac{1}{r} - \frac{dU}{dz}\frac{1}{r}.$$

Le remplacement de ces différentes valeurs dans les équations (11) et (13) conduit finalement aux deux équations :

$$(\lambda + 2\mu)\left(\frac{d^2U}{dr^2} + \frac{dU}{dr}\frac{1}{r} - \frac{U}{r^2} + \frac{d^2W}{dr\,dz}\right) - \mu\left(\frac{d^2W}{dr\,dz} - \frac{d^2U}{dz^2}\right) = 0, \tag{33}$$
$$(\lambda + 2\mu)\left(\frac{d^2U}{dr\,dz} + \frac{dU}{dz}\frac{1}{r} + \frac{d^2W}{dz^2}\right)$$
$$+ \mu\left(\frac{d^2W}{dr^2} - \frac{d^2U}{dr\,dz} + \frac{dW}{dr}\frac{1}{r} - \frac{dU}{dz}\frac{1}{r}\right) = 0. \tag{34}$$

Intégration des équations du déplacement.

6.— Les deux équations précédentes donnent, par l'intégration, les fonctions U et W.

Nous avons employé pour effectuer l'intégration la méthode des coefficients indéterminés. En supposant U et W

Digitized by Google

des fonctions de r et de z limitées à trois termes, nous avons posé :

$$U = Ar^{\alpha} z^{\beta} + Br^{\alpha'} z^{\beta'} + Cr^{\alpha''} z^{\beta''},$$
$$W = A'r^{\alpha_1} z^{\beta_1} + B'r^{\alpha_1'} z^{\beta_1'} + C'r^{\alpha_1''} z^{\beta_1''},$$

et nous avons cherché les relations entre les exposants pour que les équations (33) et (34) deviennent identiques. Nous avons ainsi trouvé que les valeurs

$$\alpha = 0, \quad \beta = 1, \quad \alpha' = 1, \quad \beta' = 0, \quad \alpha'' = 0, \quad \beta'' = 0,$$
$$\alpha_1 = 0, \ \beta_1 = 1, \ \alpha_1' = 2, \ \beta_1' = 0, \ \alpha_1'' = 0, \ \beta_1'' = 0, \ C' = 0$$

satisfaisaient aux équations (33) et (34), à la condition qu'il y ait entre les coefficients A et B′ la relation :

$$2A(\lambda + 2\mu) + \mu(4B' - 2A) = 0, \tag{35}$$

d'où

$$B' = -\frac{A(\lambda + \mu)}{2\mu}.$$

Les équations du déplacement sont donc :

$$U = Arz + Br. \tag{36}$$
$$W = A'z + B'r^2. \tag{37}$$

La constante C est évidemment nulle, car s'il en était autrement U, deviendrait infini sur l'axe.

Valeurs des forces élastiques et de la dilatation.

7. — Connaissant U et W, on en déduit les valeurs des dérivées partielles qui entrent dans les formules exprimant les forces élastiques, et l'on obtient :

$$\theta = 2Az + 2B + A', \tag{38}$$
$$R_1 = \lambda(2Az + 2B + A') + 2\mu(Az + B), \tag{39}$$
$$\Phi_2 = \lambda(2Az + 2B + A') + 2\mu(Az + B), \tag{40}$$
$$Z_2 = \lambda(2Az + 2B + A') + 2\mu A', \tag{41}$$
$$Z_1 = R_3 = \mu r(A + 2B'). \tag{42}$$

Nous appellerons R_1 la force élastique radiale, Φ_2 la tension circulaire, Z_2 la tension longitudinale positive ou négative, Z_1 la force de glissement sur un élément perpen-

Digitized by Google

diculaire au méridien. Les formules précédentes nous conduisent aux conclusions suivantes :

1° *La force élastique radiale est égale à la tension circulaire.*

2° *Ces deux forces élastiques sont constantes dans une même section.*

3° *Elles sont indépendantes du rayon et seulement fonctions de z.*

4° *La tension longitudinale est constante dans une même section.*

5° *Elle est indépendante du rayon et seulement fonction de z.*

6° *La force de glissement est indépendante de z et seulement fonction du rayon.*

Les formules du déplacement montrent déjà que la déformation de la génératrice n'est pas rectiligne, comme nous le verrons tout à l'heure.

Détermination des constantes A, B, A', B'.

8. — Si nous considérons la base supérieure du cône, $\psi = 90°$, les équations à la surface donnent :

$$R = R_2, \qquad \Phi = 0, \qquad Z = Z_2.$$

A la base, on a évidemment $Z = -P$. Par conséquent, nous avons pour première équation, en faisant $z = h$:

$$-P = \lambda(2Ah + 2B + A') + 2\mu A'. \qquad (43)$$

Nous supposerons que la pression P se répartit uniformément sur la base supérieure, de telle façon qu'on ait la relation

$$\pi r_2^2 P' = \pi r_1^2 P,$$

d'où

$$P' = \frac{r_1^2}{r_2^2} P.$$

Nous aurons donc, pour $z = 0$:

$$-P\frac{r_1^2}{r_2^2} = \lambda(2B + A') + 2\mu A'. \qquad (44)$$

Si nous considérons la surface latérale, comme la déformation est indépendante de l'angle φ, il suffit d'exami-

Digitized by Google

ner ce qui se passe dans le méridien origine, c'est-à-dire de faire $\varphi = 0$. Les formules (28) (29) (30) deviennent alors :

$$R = R_1 \cos\psi + R_3 \sin\psi,$$
$$Z = Z_1 \cos\psi + Z_3 \sin\psi.$$

La seconde équation est satisfaite d'elle-même. Comme i est l'angle d'inclinaison du cône, on a :

$$\cos\psi = \sin i, \qquad \sin\psi = \cos i.$$

De plus, à la surface, les composantes R et Z de la force extérieure étant nulles, il reste les deux équations :

$$0 = R_1 \sin i + R_3 \cos i,$$
$$0 = Z_1 \sin i + Z_3 \cos i;$$

et comme $R_3 = Z_1$,

$$R_1 \operatorname{tg} i = - R_3,$$
$$Z_3 = - R_3 \operatorname{tg} i.$$

Remplaçons R_1, R_3 et Z_3 par leurs valeurs, il vient :

$$\lambda(2Az + 2B + A') \operatorname{tg} i + 2\mu(Az + B) \operatorname{tg} i = - \mu\rho(A + 2B'),$$
$$\lambda(2Az + 2B + A') + 2\mu A' = - \mu\rho(A + 2B') \operatorname{tg} i.$$

Mettons à la place de B' sa valeur (35), il reste :

$$\lambda(2Az + 2B + A') \operatorname{tg} i + 2\mu(Az + B) \operatorname{tg} i = A\lambda\rho,$$
$$\lambda(2Az + 2B + A') + 2\mu A' = A\lambda\rho \operatorname{tg} i.$$

ρ désigne dans ces formules le rayon extérieur correspondant à la hauteur z. Nous pouvons exprimer ρ en fonction de z au moyen de la relation

$$\rho = r_2 - z \operatorname{cotg} i.$$

Si nous remplaçons ρ par cette valeur dans les deux équations précédentes, et si nous éliminons z, il vient comme troisième équation de condition :

$$2Ar_2 \lambda [\lambda - (\lambda + \mu) \operatorname{tg}^2 i] + 2B\lambda [\lambda \operatorname{cotg} i - (\lambda + \mu) \operatorname{tg} i] \quad (45)$$
$$+ A' [2(\lambda + \mu)(\lambda + 2\mu) \operatorname{tg} i + \lambda(\lambda + 2\mu) \operatorname{cotg} i - 3\lambda^2 \operatorname{tg} i] = 0.$$

Nous avons donc les trois équations nécessaires pour déterminer A, B, A'. Retranchons l'équation (44) de l'équation (43). Il vient :

$$A = - \frac{P(r_2^2 - r_1^2)}{2\lambda r_2^2 h}. \qquad (46)$$

Digitized by Google

L'équation (44) donne alors :

$$B = \frac{-Pr_1^2 - A'r_2^2(\lambda + 2\mu)}{2\lambda r_2^2}. \qquad (47)$$

Reportons ces valeurs de A et B dans l'équation (45), il reste une équation en A', d'où l'on tire, après avoir remplacé $\operatorname{tg} i$ par $\frac{h}{r_2 - r_1}$ et $\operatorname{cotg} i$ par $\frac{r_2 - r_1}{h}$:

$$A' = \frac{P(r_2^3 - r_1^3)[(r_2 - r_1)^2\lambda - (\lambda + \mu)h^2]}{3\mu r_2^2 h^2 (r_2 - r_1)(3\lambda + 2\mu)}. \qquad (48)$$

Remplaçons A' par cette valeur dans l'équation (47), il vient :

$$B = -\frac{P}{6\lambda\mu(3\lambda + 2\mu)r_2^2 h^2}\Big[3\mu(3\lambda + 2\mu)r_1^2 h^2$$
$$+ (\lambda + 2\mu)[\lambda(r_2 - r_1)^2 - (\lambda + \mu)h^2](r_2^2 + r_1 r_2 + r_1^2)\Big]. \qquad (49)$$

On a alors :

$$B' = \frac{P(\lambda + \mu)(r_2^3 - r_1^3)}{4\lambda\mu r_2^2 h}. \qquad (50)$$

Nous remarquerons que ces valeurs des constantes satisfont celles qui s'appliquent au cylindre en y faisant $r_2 = r_1$. On trouve en effet :

$$A = 0, \qquad B = 0,$$
$$A' = -\frac{P(\lambda + \mu)}{\mu(3\lambda + 2\mu)}, \qquad B' = -\frac{P\lambda}{2\mu(3\lambda + 2\mu)}.$$

Valeurs définitives des forces élastiques.

9. — Remplaçons, dans les valeurs des forces élastiques, A,B,A',B', par les valeurs trouvées plus haut, il vient :

$$R_1 = \Phi_2 = -\frac{P}{3\lambda r_2^2 h^2}\Big[3(\lambda + \mu)(r_2^3 - r_1^3)hz + 3(\lambda + \mu)r_1^2 h^2$$
$$+ [\lambda(r_2 - r_1)^2 - h^2(\lambda + \mu)](r_2^2 + r_1 r_2 + r_1^2)\Big], \qquad (51)$$

$$Z_3 = -\frac{P[(r_2^3 - r_1^3)z + r_1^2 h]}{r_2^2 h}, \qquad (52)$$

$$Z_1 = R_2 = \frac{Pr(r_2^3 - r_1^3)}{2r_2^2 h}. \qquad (53)$$

Digitized by Google

La dilatation cubique a pour valeur :

$$\theta = -\frac{P}{3\lambda(3\lambda+2\mu)r_2^2h^2}\Big[3r_1^2h^2(3\lambda+2\mu)+2[\lambda(r_2-r_1)^2 - h^2(\lambda+\mu)](r_2^2+r_1r_2+r_1^2)\Big] - \frac{Pz(r_2^2-r_1^2)}{\lambda r_2^2 h}. \quad (54)$$

Valeurs des allongements des rayons, et de la hauteur d'une portion du tronc.

10. — Les valeurs de A et B substituées dans l'équation (36) donnent pour U la valeur :

$$U = -\frac{Pr}{6\lambda\mu(3\lambda+2\mu)r_2^2h^2}\Big[3\mu(3\lambda+2\mu)[(r_2^2-r_1^2)hz+r_1^2h^2] + (\lambda+2\mu)[\lambda(r_2-r_1)^2-(\lambda+\mu)h^2](r_2^2+r_1r_2+r_1^2)\Big]. \quad (55)$$

En remplaçant A′ et B′ par leur valeur dans l'équation (37), il vient pour l'allongement d'une portion du tronc dans le sens des z :

$$W = \frac{P}{12\lambda\mu(3\lambda+2\mu)r_2^2h^2}\Big[4\lambda z[\lambda(r_2-r_1)^2-(\lambda+\mu)h^2]\cdot [r_2^2(r_2+r_1)] + 3(\lambda+\mu)(r_2^2-r_1^2)r^2h\Big]. \quad (56)$$

Si l'on fait $z = 0$ et $r_1 = r_2$, on a la diminution de la hauteur primitive du tronc, c'est-à-dire :

$$W_1 = \frac{(\lambda+\mu)(r_2^2-r_1^2)P}{4\lambda\mu(3\lambda+2\mu)h}. \quad (57)$$

Équation de la génératrice du cône après la déformation.

11. — Si nous prenons la formule du déplacement suivant le rayon, et si nous désignons par ρ le rayon extérieur dans une section quelconque du tronc, nous pouvons exprimer U en fonction de z seulement. Nous avons en effet :

$$\rho = r_2 - z \operatorname{cotg} i.$$

Par conséquent, la valeur de U devient :

$$U = Br_2 + z(Ar_2 - B\operatorname{cotg} i) - Az^2 \operatorname{cotg} i. \quad (58)$$

Cette valeur de U donne la variation du rayon extérieur

Digitized by Google

ρ pour chaque valeur de z; elle est du deuxième degré. Soit ρ_1 le rayon après la déformation, on a évidemment :

$$\rho_1 = U + \rho = U + r_2 - z \operatorname{cotg} i.$$

Par conséquent :

$$\rho_1 = r_2 (1 + B) + [Ar_2 - (1 + B) \operatorname{cotg} i] z - Az^2 \operatorname{cotg} i. \quad (59)$$

Cette équation est celle de la génératrice du cône après la déformation. Elle représente une parabole du second degré tournant sa concavité vers l'axe des z; en faisant $z = 0$ et $z = h$, on a les valeurs des deux rayons de base. Nous sommes donc conduit à énoncer le principe suivant :

Dans la déformation élastique des surfaces coniques par compression sur la petite base, la génératrice du cône, primitivement rectiligne, se transforme en une parabole du second degré, et la surface se renfle.

D'après le principe précédent, il est facile de concevoir que, puisqu'il y a renflement, il doit exister une section pour laquelle la déformation suivant le rayon est maximum. Si nous reprenons la valeur de U, équation (58), nous avons, en égalant la dérivée à 0 :

$$0 = (Ar_2 - B \operatorname{cotg} i) - 2Az \operatorname{cotg} i,$$

d'où

$$z = \frac{Ar_2 - B \operatorname{cotg} i}{2A \operatorname{cotg} i}. \quad (60)$$

Cette valeur de z correspond au sommet de la parabole représentée par l'équation (58). Pour que cette valeur de z soit acceptable, il faut qu'elle soit comprise entre 0 et h; il faut donc satisfaire aux deux inégalités :

$$\frac{Ar_2 - B \operatorname{cotg} i}{2A \operatorname{cotg} i} > 0, \qquad \frac{Ar_2 - B \operatorname{cotg} i}{2A \operatorname{cotg} i} < h.$$

Examinons à quelles conditions conduisent ces deux inégalités.

A et B étant négatifs, la première équivaut à l'inégalité

$$\frac{B \operatorname{cotg} i - Ar_2}{-2A \operatorname{cotg} i} > 0.$$

Digitized by Google

Le dénominateur étant négatif, il faut que le numérateur le soit, et que l'on ait par conséquent :

$$B \operatorname{cotg} i < A r_2.$$

Remplaçant A et B par leurs valeurs, et tirant la valeur de h^2, il vient, en substituant à $\operatorname{cotg} i$ sa valeur $\frac{r_2 - r_1}{h}$:

$$h^2 > \frac{\lambda(\lambda + 2\mu)(r_2 - r_1)^2 (r_2^2 + r_1 r_2 + r_1^2)}{\lambda^2(r_2^2 + r_1 r_2 + r_1^2) + 2\mu(3\lambda + 2\mu)[2r^2(r_1 + r_2) - r_1^2]}. \quad (61)$$

La seconde inégalité donne :

$$A r_2 - B \operatorname{cotg} i < 2Ah \operatorname{cotg} i,$$

ou en remplaçant $\operatorname{cotg} i$ par sa valeur en fonction des rayons et de h :

$$Ah(2r_1 - r_2) < B(r_2 - r_1).$$

Remplaçant A et B par leurs valeurs, et tirant h^2, il vient :

$$h^2 < \frac{\lambda(\lambda + 2\mu)(r_2 - r_1)^2 (r_2^2 + r_2 r_1 + r_1^2)}{\lambda^2[r_2^2 + r_1 r_2 + r_1^2] - 2\mu(3\lambda + 2\mu)(r_2 - r_1)^2}. \quad (62)$$

Si h^2 est compris entre ces deux limites, le maximum de la dilatation radiale a lieu entre les deux bases du cône à une hauteur z déterminée par l'équation (60) ; dans le cas contraire, le maximum de dilatation se trouve en dehors des limites du tronc de cône.

Les inégalités (61) et (62) peuvent être remplacées par deux autres dans lesquelles on met en évidence l'angle d'inclinaison du cône ; il suffit pour cela de remplacer h^2 par sa valeur $(r_2 - r_1)^2 \operatorname{tg}^2 i$ et de résoudre par rapport à $\operatorname{tg} i$; il vient ainsi :

$$\operatorname{tg}^2 i > \frac{\lambda(\lambda + 2\mu)(r_2^2 + r_2 r_1 + r_1^2)}{\lambda^2[r_2^2 + r_1 r_2 + r_1^2] - 2\mu(3\lambda + 2\mu)[2r_2(r_2 + r_1) - r_1^2]}. \quad (63)$$

$$\operatorname{tg}^2 i < \frac{\lambda(\lambda + 2\mu)(r_2^2 + r_2 r_1 + r_1^2)}{\lambda^2[r_2^2 + r_1 r_2 + r_1^2] - 2\mu(3\lambda + 2\mu)(r_2 - r_1)^2}. \quad (64)$$

De ce qui précède résulte l'énoncé du théorème suivant :

Théorème. — *Le maximum de la dilatation radiale est indépendant de la pression exercée, et la section dans laquelle il a lieu se trouve dans le tronc de cône lorsque, les deux bases étant données, la hauteur satisfait aux conditions exprimées*

Digitized by Google

par les inégalités (61) *et* (62), *ou lorsque l'inclinaison de la génératrice satisfait aux conditions exprimées par les inégalités* (63) *et* (64).

Changements de sections, changements de volume du tronc.

12. — Une section primitive du tronc de cône ayant pour rayon ρ a pour rayon, après la déformation, $\rho_1 = U + \rho$. Si nous appelons Δs le changement de section, nous aurons :

$$\Delta s = \pi U (U + 2\rho).$$

Pour obtenir la variation du volume, il est nécessaire de connaître la nouvelle hauteur ; il faut donc retrancher de h la valeur W_0 trouvée plus haut ; nous avons ainsi, en désignant par h' la nouvelle hauteur :

$$h' = \frac{4\lambda\mu(3\lambda + 2\mu)h^2 - (\lambda + \mu)(r_2^2 - r_1^2)P}{4\lambda\mu(3\mu + 2\mu)h}. \quad (65)$$

Ceci posé, si nous considérons l'équation de la génératrice après la déformation, cette équation est de la forme

$$\rho_1 = M + Nz + Pz^2.$$

Le volume engendré par la rotation de cette courbe autour de l'axe des z sera donné par l'expression :

$$V' = \pi \int_0^{h'} \rho_1^2 dz = \pi \int_0^{h'} dz (M^2 + N^2 z^2 + P^2 z^4 + 2MNz + 2MPz^2 + 2NPz^3)$$

$$= \pi \left[M^2 h' + MNh'^2 + \frac{(N^2 + 2MP)h'^3}{3} + \frac{NPh'^4}{2} + \frac{P^2 h'^5}{5} \right];$$

en retranchant de cette expression le volume primitif V_1 nous aurions le changement de volume ΔV.

Résumé.

13. — De l'étude sommaire qui précède, nous pouvons énoncer comme résumé les conclusions suivantes :

Sous l'influence d'une compression exercée sur la petite base d'un tronc de cône, ce solide se déforme d'une façon différente de celle du cylindre.

Digitized by Google

Les déplacements suivant les rayons sont des fonctions de r et de z.

Il en est de même pour le déplacement dans le sens de la hauteur.

La force élastique radiale et la tension circulaire sont égales et constantes dans une même section parallèle aux bases.

La tension longitudinale est constante dans une même section.

La force de glissement est constante dans chaque cylindre concentrique ayant pour axe l'axe du cône.

La génératrice du cône cesse d'être rectiligne après la déformation.

Le maximum de l'augmentation des rayons extérieurs est en dehors ou en dedans des limites du tronc de cône, selon que la hauteur ou l'inclinaison de la génératrice satisfont ou ne satisfont pas aux conditions établies plus haut.

La position du maximum, lorsqu'il a lieu dans les limites du cône, est indépendante de la pression extérieure exercée sur la petite base.

(*A suivre.*)

P. Laurent,
Ingénieur de la Société des forges et chantiers de la Méditerranée.

Digitized by Google

L'ARTILLERIE ANGLAISE

EN 1884.

(PL. III ET IV.)

[*Fin* (1).]

Canons a fils d'acier (Pl. I, fig. 7 à 16).

A peine les nouveaux modèles de canons sont-ils adoptés en Angleterre que déjà l'attention des constructeurs se porte sur un système d'artillerie tout différent. Le procédé du frettage en fils d'acier, proposé pour la première fois il y a plus de vingt-cinq ans, paraît revenir en faveur aujourd'hui, après avoir subi des vicissitudes diverses.

La question a été étudiée en France aussi bien qu'en Angleterre. Il n'entre pas dans le cadre de notre étude de présenter un exposé complet des tentatives faites dans cette voie. Sans parler des essais tentés en France, parmi lesquels les remarquables travaux du capitaine Schultz méritent une mention toute spéciale (2), nous nous bornerons à résumer succinctement les différentes phases par lesquelles l'idée des canons à fils d'acier a passé en Angleterre.

Dès 1855, M. Longridge proposa, pour augmenter la résistance transversale des bouches à feu, d'employer des fils ou des rubans d'acier enroulés en spirale, avec serrage, sur le tube du canon. Le même procédé de fabrication, avec de légères variantes, fut aussi préconisé par le capitaine Blakely. Ces deux inventeurs prirent, dans le courant de la même année, des brevets pour leur nouveau système de bouches à feu. Mais leurs idées ne prévalurent point alors; on reprochait, dès cette époque, à leur

(1) Voir *Revue d'artillerie*, février 1835, t. XXV, p. 444, et avril 1835, t. XXVI, p. 50. La planche I se trouve dans la livraison d'avril.
(2) Voir *Revue d'artillerie*, décembre 1882, t. XXI, p. 278.

Digitized by Google

mode de construction, de ne pas donner une résistance longitudinale suffisante, et c'est encore là l'objection qui est faite aujourd'hui aux tracés les plus récents, bien que, par des procédés divers, les constructeurs soient arrivés à atténuer considérablement le défaut signalé.

Malgré le peu de faveur qu'obtinrent les premières propositions de M. Longridge, cet inventeur n'abandonna cependant pas ses projets et, à différentes reprises, il en parla à l'*Institution of civil Engineers*. Il fit même un projet de canon qu'il présenta comme devant donner une résistance longitudinale suffisante, mais ce canon ne fut jamais construit.

Ce ne fut qu'après l'expiration du brevet de M. Longridge que sir Armstrong reprit, sur les canons en fil d'acier, des études auxquelles l'engagèrent les incontestables avantages de ce mode de construction. En effet, avec le frettage ordinaire, une des grandes difficultés consiste dans l'utilisation, aussi parfaite que possible, de la puissance du métal; et ce résultat ne pourrait être atteint que si toutes les parties de la bouche à feu étaient soumises, au moment du tir, à un travail égal, sans qu'aucune d'elles restât sensiblement au-dessous de ce qu'elle peut fournir : car, dans cette dernière hypothèse, on augmente inutilement le poids de la pièce et on alourdit le matériel sans bénéfices pour ses propriétés balistiques. Une des solutions approchées du problème consisterait à superposer un nombre considérable de frettes minces dont l'épaisseur décroîtrait suivant une certaine loi de l'intérieur vers l'extérieur du canon, chacune d'elles étant posée avec un serrage convenablement calculé. On arriverait ainsi, théoriquement, à un canon dont toutes les parties travailleraient sensiblement de la même façon, et dont la résistance augmenterait proportionnellement à l'épaisseur. Dans les canons des modèles ordinaires, au contraire, les portions extérieures des frettes ne sont soumises qu'à des pressions bien inférieures à celles qu'elles seraient capa-

Digitized by Google

bles de subir, et la force de résistance de la bouche à feu est loin de croître proportionnellement à l'épaisseur du métal. Mais, dans la pratique, le procédé dont on vient de parler est à peu près irréalisable, à cause des difficultés de construction qu'il présente et de la précision qu'il faudrait apporter dans l'ajustage et les dimensions de toutes les pièces, pour obtenir réellement les avantages théoriques qu'il comporte.

Si, au lieu d'employer l'acier sous forme de frettes, nous le prenons en rubans minces enroulés autour d'un tube central, nous avons le moyen pratique de nous approcher de l'égalité du travail dans tous les éléments de la bouche à feu : il suffit pour cela d'enrouler les différentes couches des rubans avec des tensions variables, exactement déterminées par le calcul pour chacune d'elles ; et il est certainement bien plus facile, au point de vue industriel, d'effectuer cette opération avec précision, que de poser une frette avec un serrage rigoureusement déterminé. Ce procédé présente, de plus, un autre avantage : c'est que l'acier, sous forme de fil ou de ruban, est bien plus tenace et bien plus élastique que sous toute autre forme, d'où résulte encore une utilisation meilleure du métal.

Du moment où, dans une bouche à feu, toutes les parties fournissent le maximum du travail qu'on peut leur demander, en restant, bien entendu, dans les limites imposées par la sécurité et la bonne conservation du matériel, il est certain que le poids de ce canon doit être inférieur à celui d'un autre de même puissance et de même résistance, dans lequel certaines parties du métal seraient soumises à des pressions moindres. Les canons à fils d'acier pourront donc, à puissance égale, être d'un poids moindre, et à poids égal, d'une puissance plus grande que les bouches à feu frettées d'après les méthodes ordinaires. Prenons comme exemple le canon à fils d'acier de 10^{po},2 Armstrong, pesant 21 tonnes, et lançant avec une vitesse initiale de 659 mètres un projectile pesant 183 kg. ; com-

Digitized by Google

parons-le au canon de 10 pouces fretté du nouveau matériel, qui pèse 26 tonnes, et lance un obus de 227 kg. avec une vitesse initiale de 640 mètres. En prenant pour chacune de ces bouches à feu le rapport $\frac{pV^2}{2gP}$, c'est-à-dire la force vive du projectile par tonne de poids du canon, nous trouvons que, pour le canon de 10 pouces fretté, ce rapport est égal à 182,3, tandis que, pour le canon de 10po,2 à fils d'acier, il est de 192,8. Dans cette dernière bouche à feu, le métal est donc mieux utilisé que dans la première.

En comparant le canon à fils d'acier de 9po,2 de 18 tonnes d'Elzwick et celui de 9po,2, 19 tonnes de Woolwich, aux canons frettés nouveaux modèles de 9po,2 de 18 et de 19 tonnes, on obtient les résultats suivants :

Pour le canon à fils d'acier de 18 tonnes d'Elzwick, $\frac{pV^2}{2gP} = 220$.

Pour le canon fretté de 18 tonnes, $\frac{pV^2}{2gP} = 143,5$.

Pour le canon à fils d'acier de 19 tonnes de Woolwich, la même quantité est égale à 273, et pour le canon fretté de 19 tonnes elle a pour valeur 172,3.

Dans ces deux derniers exemples, la supériorité du procédé de construction à fils d'acier est encore plus sensible que dans le cas des canons de 10 pouces et de 10po,2.

Mais en regard de ces avantages, les canons à fils d'acier présentent le défaut, déjà signalé, de manquer de résistance longitudinale ; et c'est sur les moyens de remédier à ce grave inconvénient que se sont portées plus particulièrement les études et les expériences entreprises à Elzwick depuis plus de cinq ans (1).

La marche suivie dans ces essais est exposée par sir Armstrong dans un discours prononcé par lui à l'*Institution of civil Engineers*, et ses procédés de fabrication sont décrits

(1) Les renseignements qui suivent sur les canons à fils d'acier sont tirés pour la plupart de l'ouvrage du lieutenant Jacques, de la marine des États-Unis : *The Establishment of steel gun Factories.*

Digitized by Google

dans le brevet d'invention qu'il a pris pour sa méthode de construction de canons à fils.

Après quelques expériences préliminaires sur des cylindres minces frettés en fils, l'usine d'Elzwick commença, en 1879, la fabrication d'un canon de 6 pouces se chargeant par la culasse. Ce canon, terminé en 1880, fut soumis à des épreuves sévères, qui donnèrent les résultats les plus satisfaisants. Dans ce premier essai, les fils d'acier ne servaient qu'à résister aux pressions transversales, tandis que toute la résistance longitudinale était supportée uniquement par une forte jaquette qui portait la culasse : c'était là, d'après l'avis unanime de tous les constructeurs anglais, un grave défaut, que sir Armstrong voulut éviter dans la nouvelle bouche à feu dont il entreprit la construction à la fin de ses expériences sur le canon de 6 pouces. Ce second canon a un calibre de 26c (10po,2), une longueur de 29 calibres et un poids de 21 tonnes. Dans cette bouche à feu, des couches de fils longitudinaux sont intercalées entre les couches de fils transversaux, dans la proportion de une couche longitudinale sur quatre transversales. Les fils longitudinaux sont fixés par un bout à la frette-tourillons, par l'autre à la frette de culasse, et leur force est suffisante pour supporter tout l'effort longitudinal, indépendamment du tube. Vers l'avant du canon, trois autres coils en fils d'acier enveloppent le tube intérieur, mais ne sont composés que de fils transversaux. Depuis la culasse jusqu'à la bouche, les fils sont recouverts de frettes en acier, dans le triple but de protéger les fils contre l'action directe des agents atmosphériques, de leur donner un appui extérieur pour empêcher les spires de glisser l'une sur l'autre, et d'augmenter encore la résistance de la bouche à feu. Enfin, comme dernière innovation, pour relier les frettes de couches différentes entre elles ou au tube intérieur, on a coulé du bronze phosphoreux, ou un autre métal fusible, dans un espace annulaire dentelé ménagé entre les surfaces de contact des frettes superposées (fig. 8).

Digitized by Google

Une des difficultés pratiques de la construction des canons à fils d'acier réside dans le mode d'attache des fils à leurs deux extrémités. Voici le procédé usité à Elzwick : Le cylindre sur lequel doit s'opérer l'enroulement est muni, aux deux extrémités de l'espace que doivent recouvrir les fils, de deux pièces d'accrochage P (fig. 9), qui peuvent être soit des disques métalliques vissés, soit des frettes posées à serrage. Le mode d'accrochage n'est pas le même pour la tête et le bout de fil. La tête du fil est munie d'un renflement A (fig. 10) qui pénètre dans un logement de même forme A (fig. 12) pratiqué dans le disque ou la frette antérieure ; ce logement a, dans le sens du rayon du tube, une profondeur telle qu'il peut recevoir les têtes de plusieurs fils de couches différentes. Ainsi fixé par son extrémité antérieure, le fil est recourbé à angle droit, puis enroulé en spirale autour du tube ou de la couche de fils inférieurs, avec une certaine tension, variable pour chaque couche ; à l'autre extrémité, le fil est fixé à la frette ou au disque arrière par des coins ou des vis ; dans les deux cas, le bout du fil est introduit dans une rainure ménagée dans la frette, et disposée de telle sorte qu'on puisse y forcer un coin d'acier C (fig. 7), ou y serrer le fil contre le fond de la rainure au moyen d'une vis V (fig. 9).

Après la pose du fil, il reste entre les deux pièces d'accrochage et les première et dernière spires de chaque coil un espace vide qu'on fait disparaître au moyen d'une pièce métallique D, en forme de coin très allongé, enroulé autour du cylindre sur une révolution presque complète (fig. 10).

Pour les fils longitudinaux, l'accrochage est le même en tête et en bout. A chaque extrémité, le fil B (fig. 12) est replié deux fois sur lui-même, de façon à former une sorte de crochet E d'une épaisseur trois fois plus considérable que celle du fil. Ce crochet s'engage dans une rainure ménagée dans la frette. Si les fils longitudinaux n'étaient pas recouverts par les fils transversaux, on pourrait craindre que ce mode d'attache ne résistât pas à une forte trac-

Digitized by Google

tion ; mais les spires transversales venant s'appliquer avec serrage sur les fils placés en long, ces derniers sont assujettis dans leur position, et leurs extrémités ne peuvent plus se dégager.

La figure 11 représente, en coupe, la partie arrière d'un canon d'expériences construit à Elzwick. Sur le tube F est placé, vers la culasse, un coil de fils d'acier A comprenant un grand nombre de couches transversales et quatre couches de fils longitudinaux B, dont les têtes E s'engagent dans des rainures circulaires de section convenable pratiquées dans les frettes D_1 et D_2. La frette D_3 sert d'attache à un second coil C, formé uniquement de fils transversaux. Le coil A est recouvert de trois frettes minces G.

La figure 12 représente à plus grande échelle l'extrémité antérieure du premier coil. On y voit, marqués en lignes pointillées, les logements A des têtes des fils transversaux.

A la suite des expériences faites avec son canon à fils de 26c, sir Armstrong entreprit, pour le gouvernement anglais, la construction d'un canon du même calibre, qui présente les dispositions suivantes fort peu différentes de celles du premier :

Sur un tube A (fig. 13), qui porte la vis de culasse, sont disposés quatre coils en fils C_1, C_2, C_3 et C_4. Le premier C_1 se compose de vingt couches de fils transversaux et de quatre couches de fils longitudinaux ; en numérotant les couches de l'intérieur vers l'extérieur, les fils longitudinaux portent les nos 8, 11, 16 et 22. Les coils C_2, C_3 et C_4, d'épaisseur décroissante, ne comprennent que des fils transversaux. Le coil C_1 est fixé du côté de la culasse à une frette D, de l'autre côté à la frette-tourillons D_1 ; les coils C_2 et C_3 prennent appui sur trois petites frettes D_2, D_3 et D_4 ; enfin le coil C_4 est accroché d'un côté à la frette D_4 et de l'autre à la frette de bouche. Au-dessus des coils sont placées avec serrage une série de frettes en fer forgé qui s'étendent depuis la culasse jusqu'à la bouche de la pièce.

Digitized by Google

Les frettes, dans les parties où elles se recouvrent, sont assemblées entre elles d'une façon particulière : les deux surfaces de contact sont couvertes de stries régulières disposées de telle sorte que les saillants de l'une des frettes correspondent au creux de l'autre (fig. 14); autour de la frette intérieure, on enroule une feuille de cuivre, puis on pose la frette extérieure; celle-ci, en se refroidissant, comprime le cuivre, qui se moule exactement dans les stries, et assure ainsi la liaison des deux frettes. Ce procédé n'est d'ailleurs qu'une variante de celui dont il a été parlé plus haut et qui consiste à employer le bronze coulé.

Le poids du canon que nous venons de décrire est de 21 tonnes, se décomposant ainsi qu'il suit :

Tube en acier Whitworth comprimé à l'état liquide.	7 397 kg.
Fils d'acier	6 025
Frettes en fer forgé.	7 915
Poids total. . .	21 337 kg.

Dans les tirs d'expérience, on employa une charge de 97^{kg},8 et un projectile de 183 kg.; la vitesse initiale fut de 659 mètres, avec une pression de 2 680 kg. par centimètre carré. La pièce se comporta très bien pendant le tir et ne montra aucune trace de fatigue.

Malgré le bon résultat obtenu, l'arsenal de Woolwich ne voulut pas partir de ce type de canon pour des expériences ultérieures sur une plus grande échelle. Parmi les critiques qui lui furent faites, la principale était que la résistance au déculassement ne paraissait pas suffisamment assurée par l'emploi des fils longitudinaux. On se mit donc à l'œuvre, à Woolwich et à Elzwick, pour produire une bouche à feu qui n'utilisât les fils d'acier que pour augmenter la résistance transversale et dont la résistance longitudinale fût assurée par des moyens offrant des garanties certaines.

La figure 15 montre le canon proposé par la fonderie royale et la figure 16 celui de l'usine Armstrong.

Digitized by Google

Dans le premier, « le tube occupe toute la longueur de l'âme et reçoit la vis de culasse. Il est protégé contre l'action érosive des gaz par un tube mince qui s'étend, à partir de l'obturateur, aussi loin qu'il est nécessaire dans l'âme. La partie postérieure du tube est beaucoup plus épaisse sur la vis-culasse. A hauteur de la chambre, on a enroulé un fil plat de qualité supérieure qui donne au canon une grande résistance transversale, mais qui ne travaille pas à la résistance longitudinale. Ce fil se rompt sous la charge de 150 kg. par millimètre carré. Sur le fil sont posées, avec serrage, deux longues frettes en acier forgé qui transmettent la pression de la culasse aux tourillons au moyen de deux systèmes de secteurs pleins et vides [1]. » Dans cette construction, la résistance longitudinale se répartit entre le tube et les frettes extérieures. Le canon est fretté jusqu'aux deux tiers environ de sa longueur. Son calibre est de 233^{mm},7 (9^{po},2) et son poids de 19 tonnes.

Le canon d'Elzwick (fig. 16) se compose d'un tube recouvert d'une jaquette qui reçoit la vis-culasse. La jaquette porte une frette de culasse, un coil en fils transversaux et la frette-tourillons. En avant de la jaquette, et portant directement sur le tube, sont deux autres coils en fils d'acier. Enfin, la pièce entière, depuis la culasse jusqu'à la bouche, est recouverte d'un rang de frettes minces en acier. La charge de rupture du fil est de 90 kg. par millimètre carré. Le calibre est le même que celui du canon de Woolwich; le poids de la pièce est de 18 tonnes.

Ces deux bouches à feu étaient en expériences à la fin de 1884 : jusqu'ici, on n'a encore donné la préférence à aucune d'entre elles.

Les constructeurs ne sont d'accord ni sur la forme, ni sur les dimensions à donner aux fils. Cependant, on semble préférer la section rectangulaire à la section circulaire. A Elzwick, on a employé pour un canon de 6 pouces

---

[1] Voir *Revue d'artillerie*, février 1885, t. XXV, p. 455.

Digitized by Google

un fil rectangulaire de $6^{mm},3$ sur $1^{mm},3$; pour les canons de calibre supérieur, on a un peu augmenté ces chiffres.

Au commencement de cette année, voici où en était, dans les usines anglaises, la construction des bouches à feu à fils d'acier :

Provenant d'Elzwick, il y avait en expériences le canon de $9^{po},2$, dont on vient de donner la description ; — un canon de 6 pouces ($152^{mm},4$), pesant 60 quintaux ; — et un obusier démontable de $6^{po},3$ (160^{mm}), pesant 17 quintaux (1). Dans le canon de 6 pouces, 60 quintaux, le fil est enroulé avec une tension maximum de 1 890 kg. par centimètre carré ; sous cette pression considérable, le diamètre intérieur du tube diminue, de telle sorte qu'on ne peut terminer l'alésage qu'après la pose des coils en fils. Ce canon lance un projectile de $36^{kg},280$, avec une charge ordinaire de $11^{kg},340$ de poudre P_2, ou une charge de rupture de $15^{kg},420$ de la même poudre.

L'arsenal de Woolwich expérimentait le canon de $9^{po},2$, 19 tonnes, dont on a déjà parlé ; il construisait un obusier de 10 pouces (254^{mm}) et étudiait le projet d'un canon de 15 pouces (381^{mm}), pesant 63 tonnes.

Il semble que le mode de construction à fils d'acier présente de grands avantages, joints à quelques difficultés pratiques ; cependant, quand même on arriverait à surmonter complètement ces dernières, le colonel Maitland émet des doutes sur l'avantage que l'on pourrait trouver à substituer les canons à fils aux bouches à feu en acier forgé. « On doit se rappeler, dit-il, que plus le canon est léger par rapport à sa puissance, plus il y a de travail dépensé dans l'affût pour détruire les percussions et le recul. On est en droit de se demander si, à ce point de vue, on n'a pas déjà atteint la limite pratique de légèreté avec les derniers systèmes de canon en acier forgé, c'est-

(1) Cet obusier est destiné à l'armée des Indes ; il doit être transporté à dos d'éléphant.

Digitized by Google

à-dire si toute nouvelle réduction dans le poids du canon n'entraînerait pas une augmentation plus grande dans le poids du matériel. Si l'expérience réalisait cette prévision, on n'aurait que peu d'occasions d'employer le fil d'acier, qui ne trouverait son application que pour les mortiers de siège et les pièces analogues. »

Affûts (1).

Affûts de campagne (2). [Pl. III et IV.]

Les affûts des nouvelles pièces de campagne de 12 livres et de 22 livres ne sont pas encore définitivement adoptés ; cependant, les expériences sur les types proposés sont assez avancées pour que l'on puisse considérer comme probable l'adoption du modèle actuellement en service dans la batterie B de la brigade A de l'artillerie à cheval, où on lui fait subir les épreuves de résistance.

Ce n'est pas sans de longues recherches et de nombreux essais que les constructeurs anglais sont enfin arrivés à un type satisfaisant d'affût de campagne. La force du recul a considérablement augmenté avec les nouveaux canons : ayant pour les canons de 9 livres et de 13 livres les valeurs respectives de 954 et 1 789 kilogrammètres, elle atteint 3 034 kilogrammètres pour le canon de 12 liv. se chargeant par la culasse. Il était impossible de rendre l'affût plus résistant en augmentant les dimensions de ses différentes parties : cette solution eût amené une élévation de poids incompatible avec la mobilité qu'on exige de l'artillerie de campagne. Il fallut donc s'écarter des an-

---

(1) Nous ne possédons que très peu de données sur les affûts du nouveau matériel. La plupart d'entre eux sont encore à l'étude ou en expériences. Nous nous bornerons, en ce moment, à décrire l'affût qui paraît devoir être adopté pour le canon léger de campagne, nous réservant de publier les renseignements relatifs aux autres affûts à mesure qu'ils nous parviendront.

(2) D'après les *Proceedings of the Royal Artillery Institution*, mars 1885 : Description d'un affût à frein hydraulique pour canon de 12 livres, actuellement en expériences, par le capitaine d'artillerie W. J. Clarke.

Digitized by Google

ciens procédés de construction et, sans accroître le poids de l'affût, imaginer des dispositions spéciales lui permettant de supporter les efforts considérables auxquels il est soumis.

On songea, dès lors, à employer pour les pièces de campagne le frein hydraulique déjà en usage pour les gros calibres, en lui faisant subir les modifications nécessaires. Le principe à appliquer était celui-ci : faire porter la pièce, par ses tourillons, sur un support pivotant autour de l'essieu ; fixer la culasse au piston d'un corps de pompe, également mobile autour de l'essieu ; ajouter un dispositif pour le retour automatique de la pièce à la position de tir, après le départ du coup. On espérait ainsi diminuer beaucoup l'action destructive due aux percussions, en communiquant à l'affût le mouvement du recul graduellement, au lieu de le lui imprimer brusquement, comme cela a lieu dans les affûts rigides [1].

Les expériences faites avec les premiers affûts construits d'après ces idées réalisèrent pleinement les espérances conçues. Les diagrammes enregistrant la pression du frein à chaque instant du tir montrèrent que cette pression augmente depuis le commencement du recul jusqu'à ce que le canon se soit déplacé d'environ 90 millimètres, puis diminue à mesure que l'affût accomplit son mouvement. A la suite des essais faits à Shœburyness en 1882 et à Okehampton en 1883, on apporta au type primitif quelques modifications de détail, et c'est l'affût ainsi modifié que l'arsenal de Woolwich a mis récemment en service dans une batterie à cheval.

Cet affût, destiné au canon de 12 livres (pl. III, fig. 3), se compose de deux flasques légers en acier A, avec cadre en fer d'angle. Les flasques, au lieu d'être limités en dessus et en dessous par des surfaces planes, comme dans la plupart des affûts existants, présentent, au contraire, en

---

[1] Voir *Revue d'artillerie*, octobre 1883, t. XXIII, p. 57.

Digitized by Google

élévation une forme qui rappelle celle du solide d'égale résistance. L'essieu est un tube creux en acier, et est relié aux flasques par des tirants T. Autour de l'essieu pivotent deux bielles en acier fondu B, invariablement reliées entre elles, et se terminant par des encastrements D, qui reçoivent les tourillons assujettis par des sus-bandes.

Le frein hydraulique (fig. 4) se compose d'un cylindre ou corps de pompe en acier *a*, à la partie antérieure duquel est vissé un fond en acier *c*. Sur ce fond *c* est fixé, par un mouvement de baïonnette, un anneau en acier *i*, garni d'un manchon en bronze phosphoreux, embrassant l'essieu de manière à permettre au cylindre de prendre un mouvement de rotation dans un plan vertical. L'anneau *i* est en outre assuré dans sa position par une vis *j*. Dans le cylindre se meut un piston *f*, forgé d'une seule pièce avec sa tige *b*. Sur la partie postérieure de la tige est claveté un chapeau *h* se terminant par un anneau *o*. Cet anneau est introduit entre les deux oreilles de la frette de culasse du canon, auxquelles il est relié par un boulon maintenu par des goupilles (fig. 3).

Le corps de pompe renferme $1^{l},14$ d'huile introduite par une ouverture ménagée à cet effet dans sa paroi, et fermée par la vis *v*. La surface intérieure n'est pas parfaitement cylindrique ; elle présente un élargissement partant des deux bouts, et atteignant son maximum au milieu de la longueur du cylindre : il y a ainsi, entre le piston et le corps de pompe, un petit jeu dont la valeur varie aux différents points de la course du piston, et atteint $1^{mm},8$ dans la partie la plus large.

Le piston en acier porte sur sa surface extérieure une bague en bronze phosphoreux, dont le but est d'éviter une usure trop rapide. Il est percé de six orifices *g*, fermés par des soupapes *s* en bronze phosphoreux.

Dans le recul, le canon entraîne dans son mouvement le piston *f*, dont les soupapes restent fermées, et le liquide contenu dans le cylindre en arrière du piston passe en

Digitized by Google

avant, grâce au petit jeu existant entre le piston et le corps de pompe. Cet écoulement par un orifice très étroit oppose une résistance considérable au mouvement de la bouche à feu, dont une partie de la force vive se trouve ainsi détruite. La vitesse du recul se transmet peu à peu à l'affût par l'intermédiaire du frein qui atténue dans une forte proportion la percussion éprouvée par l'affût.

Lorsque les bielles-supports de tourillons pivotent autour de l'essieu, elles viennent comprimer deux tampons à ressort fixés à la partie interne des flasques; à la fin du recul de la bouche à feu, ces ressorts les ramènent à la position de tir. Ce mouvement n'est pas entravé par le frein, car les soupapes *s*, en s'ouvrant, dégagent l'entrée des orifices *g*, par lesquels le liquide trouve un écoulement facile.

Il était à craindre que le retour à la position de tir ne se fît trop brusquement sous l'action des ressorts fortement tendus, et qu'il ne se produisît à la fin de ce mouvement un choc préjudiciable à l'affût. On a paré à cet inconvénient par un double dispositif : d'une part, la branche horizontale qui relie les deux bielles B porte à sa partie inférieure un taquet métallique qui vient comprimer, au moment convenable, un coussinet élastique en feutre et acier, fixé à la plaque de tête d'affût; d'autre part, le piston est creusé sur sa face antérieure d'une cavité *f'* dans laquelle vient se loger, vers la fin du mouvement, un bouton *e* vissé dans la plaque de fond *c*. Le liquide, forcé de s'écouler de la cavité *f'*, oppose une résistance suffisante pour empêcher le canon d'achever avec trop de vivacité son retour à la position de tir.

Pendant le recul, le liquide est fortement comprimé contre le fond postérieur du cylindre, et il a fallu prendre des dispositions spéciales pour assurer l'obturation autour de la tige du piston. A cet effet, on a ménagé dans la partie arrière du cylindre une boîte à étoupes renfermant un anneau en cuir *k* à section en U, un disque en bronze

Digitized by Google

l et trois rondelles *m* en coton imprégné de graisse. La boîte est fermée par un presse-étoupes *n;* celui-ci est vissé et un verrou d'encliquetage *d* l'empêche de se dévisser accidentellement.

Le système de pointage (fig. 3) se compose d'un arc denté α pivotant autour des boulons d'assemblage E des extrémités des tirants d'essieu T. L'arc α est relié à la culasse par la bielle δ ; il engrène avec une vis sans fin β, dont la crapaudine est portée par l'entretoise γ. La vis est manœuvrée au moyen d'une manivelle à poignée μ. Au moment du recul de la bouche à feu, la bielle δ tourne autour de son point d'attache avec l'arc α qui, lui-même, ne bouge pas.

Les roues sont à moyeu métallique; la boîte de roue est fermée par un couvercle vissé à la partie externe du moyeu.

Pour limiter le recul de l'affût, on fait usage d'un frein automatique, agissant seulement pendant le recul et n'opposant aucune résistance au retour en batterie; il peut également être utilisé comme frein de route.

Ce frein est organisé de la façon suivante :

Considérons (fig. 5) deux plateaux métalliques *p* et *q* juxtaposés et portant sur leurs faces en contact un nombre égal de rampes hélicoïdales semblables (fig. 6). Si le plateau *p* tourne en sens inverse de la flèche tracée sur la figure 5, il entraîne le plateau *q* dans son mouvement; si, au contraire, il tourne dans le sens de la flèche, et que *q* soit maintenu en place par une résistance suffisante pour vaincre le frottement entre les plateaux, les rampes de *p* glissent sur celles de *q*, et les deux plateaux s'écartent légèrement l'un de l'autre : l'épaisseur de l'ensemble du système est un peu augmentée. Imaginons maintenant que *p* et *q* soient enfermés dans un tambour *t* (fig. 7) : lorsque *p* tourne en sens inverse de la flèche, *q* est entraîné et les deux plateaux tournent librement dans le tambour ; lorsque *p* se meut dans le sens de la flèche, les deux pla-

Digitized by Google

teaux s'écartent, leurs parois extérieures viennent frotter contre les parois intérieures du tambour, et il suffit que *p* ait tourné d'une très petite quantité, pour que tout mouvement devienne impossible, à moins cependant que le tambour lui-même ne soit mobile, auquel cas plateaux et tambour tournent à la fois.

Le plateau *p* est en bronze et le plateau *q* en acier. Le tambour *t* est formé de deux demi-anneaux en acier réunis par une bague en bronze *r* (fig. 8) assujettie au moyen de deux vis. Le plateau *q* présente une profonde rainure circulaire *u* (fig. 7) dans laquelle pénètrent, à frottement dur, deux demi-anneaux *x*, qui prennent appui par un rebord *y* sur la tranche du plateau. Ces demi-anneaux sont munis de tenons *z* qui s'engagent dans des logements pratiqués dans l'épaisseur du tambour *t* : de cette façon, les demi-anneaux *x* sont rendus solidaires du tambour, et ne peuvent pas tourner indépendamment de lui. Comme ils pénètrent à frottement dur dans le plateau *q*, ils ont pour effet d'empêcher ce dernier d'être entraîné lorsque le plateau *p* tourne dans le sens de la flèche.

Le frein ainsi établi est fixé sur le moyeu; le plateau *p* présente sur sa paroi intérieure une série de dents *a'* qui s'engagent dans les intervalles de dents semblables *b'* portées par le moyeu; au moyen de ce dispositif, la roue entraîne le plateau *p* dans tous ses mouvements.

Sur le tambour est enroulée une bande de serrage en acier *c'*, mobile autour de la goupille *k'* qui la fixe au support *g'* (fig. 8). Cette bande se termine à ses deux extrémités par des écrous dans lesquels s'engage une vis différentielle *f'*, qui permet de serrer ou de desserrer à volonté la bande *c'*. La tête de la vis est munie d'une manivelle dont les quatre branches portent chacune une petite fourche *r'*. On manœuvre la vis en engageant dans l'une des fourches *r'* le levier *p'* relié à la tête de la vis au moyen d'un genou sphérique *s'*. La bande de serrage est munie d'une boîte à graisse *m'* fermée par un couvercle.

Digitized by Google

Le frein est serré lors de la mise en batterie ; il fonctionne comme il suit : quand l'affût recule, le moyeu entraîne le plateau *p* dans le sens de la flèche ; le plateau *q* ne bouge pas, et après un très petit déplacement du premier, les deux plateaux sont fortement serrés contre les parois du tambour qui tend à suivre le mouvement; mais comme il est maintenu par la bande de serrage *c'*, il ne tourne que difficilement ou même est complètement immobilisé, suivant le degré de serrage donné à la bande. Dès lors, la roue est elle-même enrayée ou même tout à fait arrêtée.

Dans le mouvement de retour en batterie, la roue fait tourner le plateau *p* en sens inverse de la flèche; le plateau *q* est entraîné, et les deux plateaux tournent librement dans le tambour; le frein n'offre d'autre résistance que le frottement peu considérable des demi-anneaux *x* dans la rainure du plateau *q* ; l'effort à faire pour vaincre ce frottement est insignifiant.

Lorsque l'on amène l'avant-train, on desserre la bande *c'*, et le frein n'agit plus; les plateaux et le tambour tournent en même temps que la roue. Si l'on veut enrayer pour la route, il n'y a qu'à serrer convenablement la vis *f'*, en agissant à la main sur les branches *r'* de la manivelle.

L'affût peut transporter deux servants sur des sièges d'essieu, en tôle d'acier évidée, supportés par des ressorts à boudin. Il n'y a pas de coffrets; de chaque côté de la flèche, deux boîtes en cuir peuvent contenir, en cas de besoin, une boîte à mitraille et sa gargousse.

Le levier de pointage est entouré d'une feuille de cuivre et peut, s'il est nécessaire, servir de refouloir.

La figure 10 (pl. IV) représente la pièce sur son affût, prête à tirer; la figure 11 montre la pièce après le départ du coup, au moment où le frein hydraulique a agi, et avant le retour à la position de tir.

L'avant-train (fig. 9, pl. III) se compose d'un châssis léger en acier porté par un essieu métallique creux sem-

Digitized by Google

blable à celui de l'affût. Le crochet cheville-ouvrière est en fer forgé; la volée est constituée par un tube creux en acier, à section carrée. Les limons, les marchepieds, les brancards sont de la forme ordinaire. Comme dans les anciens avant-trains, on peut atteler en mettant un seul cheval dans la limonière ou bien en plaçant deux ou trois chevaux de front.

De même que dans le matériel actuellement en service, l'avant-train porte deux coffres à munitions. Ceux-ci sont en tôle d'acier ondulée avec revêtement intérieur en bois. Ils s'ouvrent par le haut; le couvercle à poignées et le compartimentage sont en tôle d'acier.

Chaque coffre contient 18 projectiles, disposés verticalement le long des parois, et 18 gargousses. Celles-ci sont placées dans des caisses métalliques munies de couvercles; l'imperméabilité des joints entre les caisses et leurs couvercles est assurée au moyen de garnitures en caoutchouc. Dans l'un des coffres, les 18 gargousses sont renfermées dans une seule caisse; dans l'autre, elles sont réparties entre deux caisses contenant l'une 16 charges, et l'autre les 2 dernières. Un coffret en étain renferme les fusées et les étoupilles.

Sous la volée est fixé un levier de manœuvre de $1^{m},83$ de longueur.

L'affût que l'on vient de décrire s'est bien comporté pendant le tir et pendant les marches; le frein hydraulique a bien fonctionné, il ne se dérange pas et n'exige que peu de soins et d'attention. On essaie néanmoins de le perfectionner encore en employant deux freins jumelés au lieu d'un seul, de façon que, sous tous les angles de tir, la direction de la résultante de la résistance des freins coïncide avec la direction de l'axe de la pièce. Cette disposition, réalisée dans un affût actuellement en construction à Woolwich, évite certains efforts de torsion supportés par l'affût dans le cas où l'on emploie un frein unique.

Digitized by Google

Tableau I. — Renseignements numériques

BOUCHES A FEU.	CALIBRE.	POIDS.	LONGUEUR totale		LONGUEUR d'âme, depuis la tête de l'obturateur jusqu'à la bouche		CHAMBRE à poudre.		
			en mètres.	en calibres.	en mètres.	en calibres.	Longueur.	Diamètre.	Capacité.
	mm.	kg.	m.		m.		mm.	mm.	dm³.
Canons de campagne — 12 liv., 7 quint.	76,2	355	2,346	30,8	2,134	28	284,5	92,1	1,895
Canons de campagne — 22 liv., 12 quint.	88,9	609	2,730	30,7	2,489	28	385,7	109,2	3,612
4 pouces, 13 quintaux	101,6	660	1,676	16,5	1,505	14,8	193,5	114,3	1,986
4 pouces, 22 quint. — mod. I.	101,6	1 120	2,711	26,7	2,540	25	543,5	134,6	7,735
4 pouces, 22 quint. — mod. II	101,6	1 120	3,048	30	»	»	»	»	»
4 pouces, 22 quint. — mod. III.	101,6	1 120	3,048	30	2,740	27	470,3	134,6	6,692
5 pouces, 36 quint. — mod. I.	127,0	1 850	3,543	28	3,184	25,1	490,2	146,0	8,207
5 pouces, 36 quint. — mod. II	127,0	1 850	3,543	28	3,184	25,1	477,5	146,0	7,994
6 pouces, 80 quint. (mod. I)	152,4	4 050	4,206	27,6	3,967	26	695,9	190,5	19,880
6 pouces, 81 quint. (mod. II)	152,4	4 100	4,204	27,6	3,962	26	681,2	203,2	22,092
6 pouces, 89 quint. (mod. III).	152,4	4 500	4,336	28,5	3,891	25,5	694,0	203,2	22,500
7 pouces, 10 tonnes	177,8	10 150	»	»	»	»	»	»	»
8 pouces, 11 tonnes — mod. I.	203,2	11 200	5,651	27,8	5,204	25,6	876,3	266,7	48,954
8 pouces, 11 tonnes — mod. II	203,2	11 200	5,955	29,3	»	»	»	»	»
8 pouces, 12 tonnes (mod. III).	203,2	12 200	5,651	27,8	5,204	25,6	876,3	266,7	48,954
8 pouces, 13 tonnes (mod. IV).	203,2	13 400	6,464	31,7	6,017	29,6	876,3	266,7	48,954
9po,2, 18 tonnes. — mod. I.	233,7	18 300	6,604	28,2	6,197	26,6	1112,5	304,8	80,749
9po,2, 18 tonnes. — mod. II	233,7	18 300	7,878	33,7	7,360	31,5	1112,5	304,8	80,749
9po,2, 19 tonnes (mod. III).	233,7	19 300	»	»	7,361	31,5	1041,4	317,5	82,451
10 pouces, 26 tonnes.	254,0	26 800	8,697	34,2	8,120	32	1244,6	355,6	123,607
12 pouces, 43 tonnes — mod. I.	304,8	41 400	8,458	27,7	7,925	26	1482,0	394,0	180,688
12 pouces, 43 tonnes — mod. II	304,8	43 700	8,318	27,4	7,620	25	1245,6	406,4	161,441
12 pouces, 46 tonnes — mod. III.	304,8	46 700	»	»	»	»	»	»	»
12 pouces, 46 tonnes — mod. IV.	304,8	46 700	10,363	34	9,750	32	1295,4	406,4	168,033
13po,5, 63 tonnes	342,9	65 000	11,654	34	11,049	32,2	1676,0	457,2	275,151
16po,25, 110 tonnes	412,7	112 000	13,309	32,2	12,370	30	2159,0	536,6	488,025

Digitized by Google

sur les canons nouveau modèle.

RAYURES.											OBSERVATIONS.
Nombre.	Profondeur.	Largeur.	Largeur de la cloison.	Longueur de la partie rayée.	Longueur de la partie progressive.	Pas à l'origine		Longueur de la partie hélicoïdale.	Pas de la partie hélicoïdale		
						en calibres.	en degrés.		en calibres.	en degrés.	
	mm.	mm.	mm.	m.	m.			m.			
12	1,02	15,24	4,70	1,818	0,909	120	1°30'0"	0,909	28	6°24'6"	
14	1,27	15,24	4,70	2,062	1,031	120	1 30 0	1,031	28	6 24 6	
8	1,27	15,24	24,66	1,252	0,963	116	1 33 5	0,289	35	5 7 45	Canon court.
16	1,27	15,24	4,70	1,952	0,978	120	1 30 0	0,974	35	5 7 45	
16	1,27	15,24	4,70	»	»	»	»	»	»	»	
16	1,27	15,24	4,70	»	»	»	»	»	»	»	
20	1,27	15,24	4,70	2,649	1,318	117	1 32 15	1,331	30	5 58 40	
20	1,27	15,24	4,70	»	»	»	»	»	»	»	
23	0,94	10,74	6,35	3,048	2,871	∞	0 0 0	0,177	40	4 29 5	
24	1,27	15,24	4,70	3,222	1,568	106,5	1 41 20	1,654	35	5 7 45	
24	1,27	15,24	4,70	3,151	1,654	120	1 30 0	1,497	35	5 7 45	
28	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
32	1,27	15,24	4,70	»	»	120	1 30 0	1,719	35	5 7 45	
32	1,27	15,24	4,70	»	»	»	»	»	»	»	
32	1,27	15,24	4,70	»	»	120	1 30 0	1,719	35	5 7 45	
32	1,27	15,24	4,70	5,054	2,527	120	1 30 0	2,527	35	5 7 45	
37	»	»	»	»	»	120	1 30 0	2,167	35	5 7 45	
37	»	»	»	»	»	120	1 30 0	2,167	35	5 7 45	
37	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
40	1,27	15,24	4,70	»	»	»	»	»	»	»	
48	1,27	15,24	4,70	»	»	120	1 30 0	3,162	35	5 7 45	
48	1,27	15,24	4,70	»	»	120	1 30 0	3,162	35	5 7 45	
48	1,27	15,24	4,70	»	»	»	»	»	»	»	
48	1,27	15,24	4,70	»	»	»	»	»	»	»	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	

Digitized by Google

Le tableau VI présente les données numériques les plus intéressantes relatives au nouvel affût de 12 livres ; on y a joint les renseignements correspondants relatifs aux affûts de 13 livres et de 9 livres, afin de permettre de comparer les deux systèmes de construction.

Tableau VI. — Données numériques relatives aux affûts de campagne.

		AFFÛT de 12 liv.	AFFÛT de 13 liv.	AFFÛT de 9 liv.
Force du recul	kg.	3034	1789	954
Poids de l'affût sans les roues	kg.	350	460	326
Poids de la roue	kg.	105	106	137
Poids de l'affût sans la pièce	kg.	560	672	600
Poids de l'affût avec la pièce	kg.	915	1078	905
Poids de l'avant-train, non chargé, avec coffres et roues	kg.	472	584	581
Poids d'un coffre à munitions — vide	kg.	47,1	60,7	47,5
Poids d'un coffre à munitions — avec caisses métalliques pour gargousses	kg.	49,5		
Poids total de la pièce sur avant-train chargé, avec 2 canonniers sur l'avant-train	kg.	2019	2159	1993
Longueur totale de la voiture	m.	7,467	6,920	6,819
Tournant	m.	9,80	8,13	9,83
Hauteur de l'axe des tourillons au-dessus du sol	m.	1,067	1,067	1,067
Angle de la crosse sur l'horizontale		21°	30°	22°
Angle de tir maximum		16°	16°	21° 1/2
Angle de tir minimum		5°	5°	4°
Pression sur le crochet cheville-ouvrière	kg.	58	»	»
Pression de la crosse sur le sol	kg.	53	58,5	101,6

Note. — Depuis le commencement de la publication de notre étude sur l'artillerie anglaise en 1884, il nous est parvenu sur les canons nouveau modèle des renseignements complémentaires qui nous permettent de donner, pl. III, fig. 1 et 2, les détails de construction des deux canons de campagne de 12 et de 22 livres. Nous pouvons aussi rectifier et compléter les indications contenues dans le tableau I (février 1885, t. XXV, p. 460) qui doit être remplacé par celui des pages 182 et 183.

Digitized by Google

RENSEIGNEMENTS DIVERS

Allemagne : Grandes manœuvres en 1885. — Les dispositions suivantes ont été prises en Allemagne pour les grandes manœuvres de 1885.

Le 14e corps (Bade) exécutera les manœuvres impériales, comprenant une parade, des manœuvres de corps d'armée contre un ennemi figuré et des manœuvres de campagne de trois jours. L'effectif réglementaire du temps de paix sera complété par l'appel d'un nombre suffisant d'hommes du *Beurlaubtenstand.*

L'époque de ces manœuvres n'est pas encore fixée. Elles auront lieu, très probablement, sur le même terrain qu'en 1877, aux environs de Muggensturm et de Rastadt. Le quartier général de l'Empereur sera à Carlsruhe.

Les autres corps d'armée, y compris la garde, exécuteront les manœuvres prescrites par l'instruction du 17 juin 1870, avec les modifications suivantes : les exercices de régiment dans l'infanterie seront abrégés de deux jours, qui seront reportés sur les exercices de campagne et d'avant-postes des détachements mixtes. Le commandement fixera le nombre et les dates des exercices de bivouacs, dans les limites des crédits alloués. Ces deux jours, ou l'un d'eux, pourront aussi être employés à des manœuvres de brigade d'infanterie contre un ennemi figuré, dans le cas où le terrain d'exercice de ces brigades ne leur aurait pas permis de faire cette instruction avant la période des grandes manœuvres.

Le 3e corps exécutera, pendant les trois derniers jours, une manœuvre de division contre division, avec le concours de deux divisions de cavalerie. Ces divisions seront constituées pour une période de neuf jours par les soins des 8e et 10e corps. La première comprendra les 5e et 6e brigades à deux régiments chacune, et la 3e brigade

Digitized by Google

moins le régiment de dragons n° 3; la seconde, un régiment de dragons désigné par le 9e corps et le régiment de hussards de Hanovre n° 15, la 20e brigade, moins le régiment de hussards de Brunswick n° 17, et la 7e brigade. Les régiments seront à 5 escadrons.

A chacune de ces divisions de cavalerie se joindra, à partir du troisième jour des manœuvres, l'état-major du groupe d'artillerie à cheval du corps d'armée correspondant, avec une batterie complétée à 6 pièces par ce groupe.

Le 4e corps désignera un régiment de la 8e brigade de cavalerie pour prendre part aux manœuvres de la 7e division d'infanterie; le commandant du 2e corps pourra adjoindre à la 3e division le régiment de hussards de Poméranie n° 5.

On évitera de faire participer l'artillerie aux exercices de brigade pendant les derniers jours des manœuvres.

Dans la garde et dans les 1er, 3e, 4e, 5e, 6e et 7e corps, auront lieu des voyages d'instruction de cavalerie, conformément à l'instruction du 23 janvier 1879.

La garde détachera, pour la durée des manœuvres, le 4e régiment de grenadiers au 8e corps d'armée.

Toutes les troupes, sauf celles du 14e corps, devront être rentrées dans leurs garnisons le 27 septembre.

En juillet et en août, se feront près de Harbourg (1), sur le bas Elbe, des manœuvres de ponts d'une durée de trois semaines. Prendront part à cette instruction une compagnie du bataillon de pionniers de la garde, une compagnie de chacun des bataillons de pionniers nos 2, 3 et 4, deux compagnies des bataillons 9 et 10, deux compagnies du bataillon saxon n° 12, et l'état-major et deux compagnies du bataillon wurtembergeois n° 13.

Les deux corps d'armée bavarois exécuteront aussi des manœuvres d'automne, conformément aux prescriptions réglementaires modifiées dans le sens indiqué plus haut

(1) Sur le bras sud de l'Elbe, à 10 kilomètres au sud de Hambourg.

Digitized by Google

pour les manœuvres des autres corps de l'armée allemande.

Les régiments de cavalerie, à l'exception du 5e chevau-légers, seront groupés en brigades et constitueront deux divisions qui manœuvreront l'une contre l'autre pendant onze jours. A partir du troisième jour, sera attachée à chaque division de cavalerie une batterie à cheval complétée à 6 pièces, ainsi que l'état-major du groupe d'artillerie à cheval d'un des corps d'armée. Les régiments seront à 4 escadrons, sauf l'un des régiments du 1er corps, qui marchera avec 5 escadrons. Ils ne prendront aucune part aux manœuvres des autres armes. La cavalerie nécessaire aux manœuvres de division de l'infanterie sera constituée par les 5es escadrons de 4 régiments par corps d'armée.

Les troupes devront être rentrées dans leurs garnisons le 26 septembre.

Il sera fait des voyages d'état-major dans chaque corps d'armée et à l'état-major général.

Dans le 1er corps, aura lieu un voyage d'instruction de cavalerie.

Les pontonniers exécuteront une grande manœuvre de ponts, pour laquelle les ordres de détail seront donnés ultérieurement.

La brigade d'occupation (en Alsace-Lorraine) et le 5e chevau-légers feront des manœuvres pour lesquelles il y aura lieu à entente préalable entre les commandants du 15e corps et du 1er corps bavarois.

Enfin, on doit armer deux ou trois des forts extérieurs de Kœnigsberg (probablement les forts nos 4, 5 et 6) et y exécuter des manœuvres de forteresse avec le régiment d'artillerie à pied de la garde en garnison dans cette place, celui de Spandau et les régiments nos 5 et 11 de Posen et de Thorn. (D'après la *Heeres-Zeitung*, n° 15, et l'*Allgemeine Militär-Zeitung*, nos 18 et 20.)

Digitized by Google

Allemagne : Poudre Schultze. — D'après un journal militaire allemand, le lieutenant-colonel Schultze a inventé une poudre qui serait appelée à remplacer la poudre noire ordinaire pour les armes portatives.

Dans la composition de cette poudre entre du bois non carbonisé, traité par des alcalis et par le chlore, de façon à être débarrassé de ses principes colorants et résineux. Après cette opération, le bois est capable d'absorber l'acide azotique de la même façon que le coton dans la préparation du coton-poudre. La poudre Schultze se compose de bois imprégné d'acide azotique, mélangé avec du salpêtre. Elle se présente sous la forme de petits grains arrondis d'une couleur jaune-brun.

Tandis que la poudre noire renferme une substance inerte, le soufre, la nouvelle poudre ne contient, pour ainsi dire, que des substances actives produisant du carbone, de l'oxygène et de l'azote : aussi, la première n'utilise-t-elle que 30 p. 100 de son poids pour la production des gaz, tandis que la dernière en utilise 95 p. 100. De ce fait résultent des avantages nombreux, dont les principaux sont les suivants :

Une charge de poudre Schultze développe une force deux fois à deux fois et demie plus considérable que la même charge de poudre noire; on peut donc alléger notablement la cartouche et en réduire la longueur, ce qui a une importance considérable pour les armes à répétition.

La presque totalité des éléments de la poudre se transformant en gaz, il ne se produit que très peu de fumée, de telle sorte que, même dans un feu rapide, le tireur voit toujours le but.

Le fusil ne s'encrasse pas et, après un très grand nombre de coups, la précision de l'arme n'est pas diminuée.

Enfin, la nouvelle poudre ne détone qu'en espace clos; à l'air libre, elle brûle sans faire explosion.

(*Allgemeine Militär-Zeitung*, n° 12.)

Digitized by Google

Allemagne : Budget de la guerre pour 1885-1886. — Les crédits alloués au ministère de la guerre pour l'exercice 1885-1886, sur le budget ordinaire, s'élèvent à la somme de 262 711 084 marcs pour l'armée prussienne, 21 331 694 marcs pour l'armée saxonne, 14 392 000 marcs pour l'armée wurtembergeoise, et 43 500 000 marcs pour l'armée bavaroise. Tous ces chiffres sont en augmentation sur les chiffres de l'année précédente.

Le budget extraordinaire de la guerre s'élève à la somme de 26 211 359 marcs. Près de deux millions seront employés à la construction de casernes en Alsace-Lorraine et à l'établissement d'une école de sous-officiers à Neuf-Brisach.

Une somme de 4 630 000 marcs sera affectée à la construction et à l'armement des forteresses : 1 250 000 marcs seront employés aux fortifications de Metz et de Strasbourg ; 2 400 000 marcs aux fortifications du bas Weser et du bas Elbe, ainsi qu'à l'armement de plusieurs autres places ; le restant sera employé à l'organisation des forteresses au point de vue de l'artillerie.

L'effectif de paix de l'armée allemande est, en 1885 : 18 140 officiers, 409 107 sous-officiers et soldats, et 4 199 employés ; au total 431 446 hommes et 81 598 chevaux.

(*Deutsche Heeres-Zeitung*, n° 92).

Autriche-Hongrie : Grandes manœuvres en 1885. — Les manœuvres d'automne en Autriche-Hongrie ont été réglées de la façon suivante :

Le 2e corps (Vienne) et le 14e corps (Innsbrück) exécuteront des manœuvres à double action aux environs de Saint-Polten (1). Le 2e corps disposera du 8e régiment de dragons, et le 14e corps du 4e régiment de dragons, en outre de leurs troupes constitutives. A la fin des manœuvres, qui se termineront le 5 septembre, les troupes les plus éloignées de leurs garnisons y rentreront par les voies

(1) A 55 kilomètres est de Vienne, sur le territoire du 2e corps.

Digitized by Google

ferrées, ce qui donnera lieu à des études intéressantes sur le fonctionnement des chemins de fer dans le cas d'un transport considérable de troupes.

Le 3e corps (Grätz) se concentrera près de Völkermarkt (1) [26e et 28e divisions d'infanterie, 3e brigade de cavalerie, 3e brigade d'artillerie]. Pour les derniers jours de manœuvres, du 9 au 11 septembre, il lui sera adjoint une brigade de landwehr.

Le 5e corps (Presbourg) opérera sur la Neutra et disposera de 14 000 hommes de troupes honwed, dont 4 000 sont déjà concentrés et baraqués dans les environs du terrain de manœuvres.

En Bohême, les 8e et 9e corps (Prague et Josephstadt) feront, du 25 au 31 août, sous la direction supérieure de l'archiduc Albert, des manœuvres à double action aux environs de Pilsen (2), avec le concours de la 21e division de landwehr. L'Empereur et les envoyés militaires étrangers doivent y assister. Le retour se fera par les voies ferrées et coïncidera avec un changement de garnisons qui aura pour effet d'achever l'application du système territorial, d'après lequel toutes les troupes de l'Empire doivent être stationnées dans leur pays d'origine.

Le 11e corps (Lemberg) concentrera ses deux divisions, la 11e à Zlozow (3), la 30e à Brezau (4), et finira ses manœuvres le 15 septembre par une action de deux divisions l'une contre l'autre, à laquelle prendront part cinq régiments de cavalerie.

Le 13e corps (Agram), auquel sera jointe une brigade de landwehr croate, opérera près de Pozega (5).

Les autres corps d'armée feront, sur leur territoire, les manœuvres ordinaires ou seulement des exercices en campagne de courte durée.

---

(1) Sur la Drave, à 25 kilomètres Ouest de Klagenfurt.
(2) Sur la Beraun, à 85 kilomètres O.-S.-O. de Prague, sur le territoire du 8e corps.
(3) Près du Bug, à 60 kilomètres Est de Lemberg.
(4) Sur la Zlota Lipa, affluent de gauche du Dniester, à 80 kilomètres S.-E. de Lemberg.
(5) En Slavonie, à 40 kilomètres N.-E. de Gradiska.

Digitized by Google

Les officiers d'état-major exécuteront des voyages d'instruction, d'une durée de dix à douze jours, sous la direction d'un colonel ou d'un lieutenant-colonel d'état-major. Ils seront partagés en six groupes, comprenant chacun les officiers de deux ou trois corps d'armée.

(D'après l'*Allgemeine Militär-Zeitung*, n° 30, et la *Vedette*, n°s 29, 30 et 33.)

NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES.

Balistique extérieure, par M. le capitaine J. M. Ingalls, professeur à l'École d'artillerie du fort Monroë (Virginie).

M. le capitaine Ingalls vient de publier le cours de balistique extérieure qu'il professe aux élèves de l'École du fort Monroë. Ce cours, remarquable par l'esprit de méthode et de saine discussion apporté à sa rédaction, est divisé en deux parties que nous allons passer en revue successivement.

I. *Résistance de l'air*. — L'auteur, remarquant que la théorie des gaz n'est pas assez avancée pour permettre d'étudier théoriquement la question, annonce qu'il recherche simplement une loi expérimentale suffisamment approchée. Il commence par établir la loi du carré de la vitesse par le raisonnement bien connu basé sur la considération du choc du mobile plan contre les molécules gazeuses, lorsque la vitesse est normale à sa surface ; puis il traite le cas du mouvement oblique et adopte la formule suivante, citée par Poncelet dans sa *Mécanique industrielle* : $\rho = ps\frac{2}{1+\sec^2\varepsilon}$, p étant la pression sur l'élément normal, s la surface, et ε l'angle que fait l'élément plan avec la direction du mouvement.

Digitized by Google

Il applique alors cette formule aux surfaces de révolution, ainsi qu'aux projectiles à tête conique, elliptique et ogivale, tout en remarquant que ces applications n'ont pas de sanction expérimentale, d'autant que, pour avoir la résistance réelle, il faudrait retrancher la pression exercée sur la partie arrière du projectile, pression dont on ne connaît pas la valeur. Il faut donc se contenter de formules empiriques.

Après un historique sommaire des anciennes expériences, l'auteur étudie la méthode généralement adoptée pour évaluer la résistance de l'air, connaissant la vitesse du projectile en deux points : il signale l'erreur de principe que l'on commet, en admettant que, dans ce parcours intermédiaire, la résistance est constante et correspond à la moyenne des deux vitesses observées ; il évalue l'erreur ainsi commise dans le cas où la résistance suivrait la loi du carré ou du cube de la vitesse.

Après avoir résumé les formules du général Mayevski relatives aux projectiles sphériques, il passe à la méthode Bashforth, basée, comme on le sait, sur la mesure des durées de trajet du projectile entre dix écrans consécutifs et équidistants, et beaucoup plus rigoureuse que la méthode précédente.

On sait que M. Bashforth met la résistance de l'air sous la forme : $2bv^2$, b étant un paramètre considéré comme constant dans l'analyse, mais qui varie en réalité avec la vitesse, de telle sorte qu'il faut lui donner dans chaque cas une valeur particulière tirée de tables spéciales.

M. Ingalls, tout en adoptant les résultats donnés par M. Bashforth, ne les conserve pas sous la forme : $2bv^2$; mais, en discutant les valeurs de b (ou plus exactement d'un paramètre k qui lui est proportionnel), il est conduit à écrire les lois suivantes :

Soit :

$$\rho = \frac{d^2}{g} A f(v),$$

Digitized by Google

d étant le diamètre du projectile en pouces, g et v étant exprimés en pieds, on aura :

Pour $v > 1330$ pieds [1], $f(v) = v^2$, $\lg A = \overline{4},1525284$;
de 1330 à 1120 pieds, $f(v) = v^3$, $\lg A = \overline{7},0364351$;
de 1120 à 990 pieds, $f(v) = v^6$, $\lg A = \overline{17},8865079$;
de 990 à 790 pieds, $f(v) = v^3$, $\lg A = \overline{8},8754872$;
de 790 à 100 pieds, $f(v) = v^2$, $\lg A = \overline{5},7703827$.

Ces formules sont analogues à celles données par le général Mayevski en 1882. M. Ingalls les compare et remarque que ces dernières donnent une moindre valeur pour la résistance de l'air, ce qu'il explique par la forme plus allongée de l'ogive des projectiles Krupp.

Enfin il termine cette remarquable discussion en généralisant ses formules et les étendant à des projectiles de formes différentes à l'aide du raisonnement suivant :

Si l'on détermine, pour une même vitesse, les valeurs A et A′ du coefficient A des formules ci-dessus pour le projectile type et un projectile différent, on pourra prendre en général : $\rho' = \frac{A'}{A}\rho$, ρ' étant la résistance opposée au deuxième projectile et ρ la résistance donnée par les formules précitées, ce qui permet d'utiliser pour le nouvel obus les tables balistiques calculées pour le premier.

Ce principe est admissible sous la réserve, toutefois, que l'on déterminera expérimentalement, à diverses vitesses, les valeurs du rapport $\frac{A'}{A}$, afin d'en établir, soit la constance, soit la valeur moyenne à employer dans chaque cas.

II. *Mouvement des projectiles.* — Dans cette deuxième partie, l'auteur passe en revue les diverses méthodes actuellement employées : méthode Bashforth, où l'on exprime les divers éléments en fonction de l'angle θ de la tangente avec l'horizontale, et où les données du problème

[1] Le pied a pour valeur $0^m,305$. Les limites ci-dessus correspondent sensiblement à 405, 340, 300, 200, 30 mètres.

Digitized by Google

sont altérées par l'adoption d'une valeur moyenne pour le coefficient variable k de la formule de résistance kv^2; méthode Siacci, où tous les éléments sont donnés en fonction de la vitesse, et où, comme dans Didion, l'artifice consiste à remplacer $\frac{1}{\cos\theta}$ par une valeur constante α.

Il applique cette dernière méthode aux expressions qu'il a établies pour représenter la résistance et calcule les tables numériques correspondantes.

Il est à remarquer que l'auteur a écarté complètement l'étude de la dérivation et n'a examiné que la projection du mouvement sur le plan de tir. Nous ne savons s'il réserve cette question pour un autre ouvage ou si, vu le peu d'importance pratique du phénomène, il a cru devoir en négliger l'étude, que l'insuffisance de nos connaissances sur la théorie des gaz rend du reste quelque peu platonique.

Die Repetir-Gewehre. — Darmstadt und Leipzig, Eduard Zernin. Paris, Klincksieck.

Cet ouvrage, édité en allemand, mais dont une traduction française ne doit pas tarder à paraître, comprend trois volumes qui ont paru successivement en 1882, 1884 et 1885.

Le *premier volume,* datant de 1882, est consacré à l'étude des principales armes à répétition connues jusqu'à cette époque, et des recherches auxquelles la question des armes à répétition a donné lieu dans les différents pays. On y chercherait en vain une classification méthodique de ces armes, la question y étant plutôt traitée au point de vue historique : les divers modèles y sont décrits et les divers essais relatés dans leur ordre chronologique, avec cette recherche d'érudition, ce soin scrupuleux du détail qui caractérisent l'esprit allemand. C'est ainsi que l'auteur remonte à l'origine même des armes à feu, non sans avoir parlé de l'arc et de l'arbalète, et signale, comme premiers essais d'armes à répétition, des mousquets à canons multi-

Digitized by Google

ples du XIVe et du XVIe siècle, et une carabine à tambour de cette dernière époque.

Arrivant à l'époque contemporaine, l'auteur, après avoir mentionné une *carabine revolver Colt* employée en Amérique en 1837, indique comme point de départ des armes à répétition réellement pratiques, les systèmes Spencer et Henry, brevetés aux États-Unis dès 1860, et employés avec succès par l'armée du Nord dans la guerre de Sécession.

Nous n'entrerons pas dans le détail des divers types essayés depuis lors par les différentes puissances, et que l'ouvrage allemand décrit minutieusement, en discutant leurs inconvénients et leurs avantages. Nous appellerons seulement l'attention sur une question traitée en passant par l'auteur, en dehors de toute description de modèle; cette question présente, pour les Allemands, une importance particulière, en raison de la sensibilité extrême de l'amorce de leurs cartouches, nécessitée par la faiblesse du mécanisme de percussion du fusil Mauser. Dans les armes dont le magasin renferme un certain nombre de cartouches logées bout à bout dans un même tube, en particulier dans celles qui ont leur magasin dans le fût, le choc mutuel des cartouches au moment du recul peut amener une déformation assez notable de celles-ci et surtout produire, si l'amorce est sensible, une explosion accidentelle. C'est là, bien que l'auteur se garde de le dire, une des principales difficultés qu'on a rencontrées, spécialement en Allemagne, dans la recherche d'une arme à répétition utilisant les cartouches de l'approvisionnement actuel.

Dans le *second volume*, qui porte la date de 1884, l'auteur commence par jeter un regard en arrière sur les types d'armes à répétition précédemment décrits, en les classant, cette fois, d'après leurs dispositions principales et de la manière suivante :

1° Armes à magasin fixe { dans le fût,
dans la boîte de culasse,
dans la crosse ;

Digitized by Google

2° Armes à magasin mobile { automatique, non automatique.

Cet exposé est suivi de considérations sur les *conditions générales d'établissement d'un fusil à répétition*, considérations très détaillées où toutes les parties de l'arme, canon, guidon, mécanisme, monture, garnitures et baïonnette, sont l'objet d'une discussion approfondie, sans toutefois que l'auteur indique finalement quel est celui des systèmes connus qui semble pouvoir le mieux se rapprocher des conditions, quelquefois un peu absolues, posées par lui. La question de la réduction du calibre, qui est intimement liée à celle de l'adoption des armes à répétition, et tend à prendre une importance de plus en plus grande, est à peine indiquée.

Le volume se termine par l'indication des progrès réalisés depuis la publication du volume précédent (types nouveaux, perfectionnements, etc.), et par l'exposé des essais poursuivis dernièrement en Suède et en Norwège.

Enfin, le *troisième et dernier volume* de l'ouvrage, qui vient de paraître au commencement de cette année, traite spécialement des *armes à magasin dans la crosse*; cette classe d'armes à répétition est celle qui présente les dispositions les plus variées et les plus ingénieuses, sans qu'on puisse dire, toutefois, qu'elles soient les plus pratiques. La plupart sont inspirées par le désir d'accumuler dans le magasin le plus grand nombre de cartouches possible. Il n'est pas prouvé que ce soit un avantage.

En résumé, les trois volumes de l'ouvrage : *Die Repetir-Gewehre* offrent un exposé très consciencieux et assez complet de la question des armes à répétition. Ils constituent un document précieux pour les officiers qui voudront se rendre compte des essais faits jusqu'à ce jour au sujet de ces armes, si l'on en excepte cependant les expériences qui ont pu être tenues secrètes.

Digitized by Google

NÉCROLOGIE

LE GÉNÉRAL DE BRIGADE MORLIÈRE

Commandant l'artillerie du 4e corps d'armée.

Le général Morlière (Barthélemy-Hippolyte-Joseph-Amédée) est né le 6 avril 1831, à Pamiers (Ariège). Entré à l'École polytechnique le 1er novembre 1850 et à l'École d'application de Metz le 10 octobre 1852, il sort de cette dernière école avec le n° 2 et est envoyé, comme lieutenant en second, au 16e régiment d'artillerie à cheval. Nommé, quelques mois plus tard, au régiment d'artillerie à cheval de la garde, il y reste comme lieutenant en premier. Il part à l'armée d'Italie en mai 1859 et, en arrivant à Gênes, trouve son grade de capitaine. Maintenu dans la garde, il fait la campagne, comme capitaine en second, dans la 3e batterie du régiment à pied et assiste à la bataille de Magenta, où il est proposé pour la croix, et à la bataille de Solférino.

Le 20 août 1862, le capitaine Morlière est nommé adjoint au lieutenant-colonel Laffaille, commandant la réserve d'artillerie du corps expéditionnaire du Mexique. Il prend part, dans la division du général Douay, à l'investissement de Puebla et seconde, dans toutes les opérations du siège, le colonel Laffaille devenu, par la mort du général de Laumière, chef des attaques de l'artillerie. Il montre la plus grande énergie à l'assaut du pénitencier et à l'enlèvement de la Maison-Rouge (19 avril 1863). A la suite de cette dernière affaire, il est cité à l'ordre de l'armée et nommé chevalier de la Légion d'honneur. Il se distingue ensuite à l'attaque du couvent de Santa-Inès et à celle du fort de Totimchuacan (16 et 17 mai), dont la prise décide du sort de Puebla.

Après l'occupation de Mexico, le capitaine Morlière accompagne le colonel Laffaille dans la plupart des missions

Digitized by Google

importantes et difficiles qui lui sont confiées. Il fait, avec le général Douay, l'expédition dite de l'intérieur. Il assiste à l'affaire de Maravatio (22 novembre 1863), à la prise de Guadalajarra et à celle de Téocaltiche (5 et 29 janvier 1864), à l'occupation de Zacatecas (7 février) et au combat de Cuisillo (21 mars).

Capitaine commandant le 3 février 1864, faisant fonctions de capitaine en second, il quitte la garde, à sa rentrée en France (1865), pour prendre le commandement effectif d'une batterie. Nommé au 12e régiment d'artillerie, à Chambéry, il y reste jusqu'au mois de mai 1870, où il est classé à l'état-major particulier de l'artillerie et adjoint au Dépôt central, à Paris.

C'est dans cette position que le trouve la guerre de 1870-1871. Il demande aussitôt à être employé activement et est attaché à l'état-major du général Soleille, commandant l'artillerie de l'armée du Rhin. Il prend part à la bataille de Rezonville et, pendant le siège de Metz, aux combats du 31 août et du 1er septembre. Le 19 octobre 1870, il est nommé officier de la Légion d'honneur.

Prisonnier de guerre à Neuwied, il reste en captivité du 28 octobre au 17 mars 1871. Le 18 mars, il arrive à Paris, qu'il quitte non sans difficulté ; puis il est désigné pour faire partie, à l'armée de Versailles, de l'état-major du général Laffaille, commandant l'artillerie du 1er corps (général Ladmirault). Il assiste aux diverses opérations du 1er corps contre Neuilly, Becon, Asnières, etc., et à la prise de Montmartre et de Belleville. Il est cité à l'ordre du 1er corps d'armée, le 10 juin 1871, comme s'étant particulièrement distingué dans les attaques qui se sont succédé du 22 au 28 mai, pendant l'insurrection de Paris.

Chef d'escadron le 29 mai 1871, le commandant Morlière est attaché successivement au 12e et au 25e régiment d'artillerie, puis nommé aux doubles fonctions de chef d'état-major de l'artillerie du 5e corps d'armée et de directeur de l'École d'artillerie d'Orléans. Appelé à créer les

Digitized by Google

différents services et établissements de l'artillerie et à installer le champ de tir de Cercottes, il déploie dans cette œuvre la plus grande activité et parvient rapidement à organiser, dans les meilleures conditions, l'artillerie du 5e corps d'armée.

Lieutenant-colonel le 17 novembre 1876, il est classé au 30e régiment et peu après, choisi pour occuper, au ministère de la guerre, l'emploi de chef du bureau du personnel de l'artillerie et des équipages militaires, dont il remplit les fonctions si délicates avec un tact et une finesse consommés.

Colonel le 30 novembre 1879, il est maintenu au ministère et, le 13 août 1880, appelé, sur sa demande, au commandement du 11e régiment d'artillerie. Désigné tout naturellement au choix du Ministre par les aptitudes remarquables dont il avait fait preuve en toute circonstance, il est nommé, le 14 novembre 1881, membre du conseil supérieur de l'École d'application de l'artillerie et du génie de Fontainebleau, et, le 12 février 1882, membre de la commission chargée de la révision et de la coordination des lois militaires.

Le 27 décembre 1884, le colonel Morlière est promu au grade de général. Il quitte, avec un profond regret, le 11e régiment qu'il avait commandé pendant plus de quatre ans, et vient prendre, au Mans, le 25 janvier 1885, le commandement de l'artillerie du 4e corps d'armée.

Membre, depuis quelques mois, de la commission supérieure des chemins de fer, le général Morlière avait été maintenu dans ses fonctions pour achever l'étude de certaines questions spéciales. C'est à la suite d'un voyage fait à Paris pour le service de cette commission, qu'il se sentit indisposé. Revenu au Mans avec les germes de l'angine couenneuse qui devait l'emporter si rapidement, il ne crut pas au danger; le 1er avril seulement, il fit appeler un médecin qui ne reconnut pas toute la gravité de son état. Il signa son rapport et essaya de travailler dans la journée.

Digitized by Google

A six heures du soir, le mal qui le minait depuis trois jours fit des progrès effrayants et, en quelques heures, le général faillit être emporté. Il fut, dès lors, certain qu'aucun secours humain ne pourrait le sauver et il succombait, le 2 avril, à 7 heures et demie du soir.

En même temps, Mme Morlière, accourue au chevet du général, ressentait les premières atteintes de la terrible maladie. Trente-six heures après, le 4 avril, elle succombait également. En deux jours, leurs trois enfants se trouvaient doublement orphelins.

Les obsèques du général Morlière ont eu lieu au Mans, le 4 avril, au milieu d'une foule considérable. La ville du Mans, tous les officiers de la garnison, les officiers de Versailles, des amis venus de toutes parts, de Paris, de Nancy, de Rennes, d'Orléans, assistaient à cette douloureuse cérémonie. Chacun avait voulu rendre ce dernier hommage au général et à sa famille, si cruellement éprouvée.

Le général et Mme Morlière avaient désiré être ramenés à Pamiers et, le 9 avril, furent célébrées, au milieu d'une population émue et recueillie, leurs doubles funérailles. M. du Chalonge, au nom de la ville et des habitants de Pamiers, M. le colonel Audoy, au nom de l'artillerie et de l'armée, ont prononcé sur leur tombe quelques paroles éloquentes. Ils ont tenu à faire un suprême adieu à l'ami dévoué, à l'homme de cœur et au brillant soldat que la France venait de perdre.

Le Gérant : Ch. Norberg.

Digitized by Google

PARTIE OFFICIELLE

I. RENSEIGNEMENTS

EXTRAITS DU JOURNAL MILITAIRE OFFICIEL.

§ 1. — RELEVÉ DES DÉCRETS, DÉCISIONS, CIRCULAIRES, ETC.

Partie réglementaire.

Année 1884. N° 98. — Circulaire ministérielle relative à l'envoi d'une édition refondue de l'Instruction du 28 décembre 1879 sur l'administration des hommes de tout grade de la disponibilité, de la réserve et de l'armée territoriale dans leurs foyers. (Ce numéro a une pagination spéciale.)

4 mars 1885. — Circulaire ministérielle au sujet de l'envoi d'une nouvelle édition de la nomenclature du matériel de l'habillement et du campement (n° 16, p. 239).

7 mars. — Rapport au Président de la République française, sur la suppression de la masse individuelle et sur la création d'une masse de petit équipement (17-445).

7 mars. — Décret supprimant la masse individuelle et créant, dans chaque corps de troupe et établissement considéré comme tel, une masse de petit équipement (17-449). [*Voir plus loin.*]

2 mars. — Décision présidentielle augmentant le personnel du cadre fixe de l'École normale de tir (18-453).

7 mars. — Décret portant suppression des deux conseils de guerre séant à Perpignan et à Bayonne (18-454).

11 mars. — Décret qui rapporte et remplace le texte de l'article 4 du décret du 31 août 1881 portant création du laboratoire central de la marine avec champ de tir annexe à Sevran-Livry (18-455).

28 février. — Circulaire ministérielle au sujet de la fixation des indemnités des membres de la commission supérieure de classement et de divers comités consultatifs (18-456).

Digitized by Google

28 février. — Note ministérielle relative au filtre à café, système *Reymond* (18-458).

28 février. — Note ministérielle relative aux dépenses à imputer aux ordinaires (18-459). [*Voir plus loin.*]

3 mars. — Note ministérielle relative à l'application de l'article 555 du règlement du 8 juin 1883, en ce qui concerne les journées et demi-journées de nourriture chez l'habitant (18-460).

6 mars. — Note ministérielle relative à la suppression des états semestriels de proposition d'emploi du personnel civil et militaire des établissements administratifs (18-460).

8 mars. — Arrêté ministériel relatif au recrutement des maîtres maréchaux-ferrants des corps de troupes à cheval et à l'organisation de l'École de maréchalerie de Saumur, modifiant l'arrêté ministériel du 21 décembre 1875 (18-461).

12 mars. — Note ministérielle relative à l'exclusion des blés de Calcutta des fournitures à faire pour le service militaire (18-465).

12 mars. — Note ministérielle relative à de nouvelles dispositions concernant la visite médicale des militaires réformés titulaires de gratifications renouvelables (18-465).

14 mars. — Note ministérielle relative à l'ordonnancement des secours payables dans les départements autres que celui de la Seine (18-467).

17 mars. — Emplacement du 4e régiment de tirailleurs algériens et des deux régiments étrangers (18-469).

20 mars. — Décision présidentielle fixant l'indemnité pour frais de service à attribuer au chef d'escadron d'artillerie commandant les batteries détachées en Corse (19-471). [*Voir plus loin.*]

23 mars. — Rapport au Président de la République française sur l'établissement des tableaux d'avancement aux divers grades d'officier et assimilé (19-472).

23 mars. — Décret modifiant les conditions d'établissement des tableaux d'avancement aux divers grades d'officier et assimilé (19-473). [*Voir plus loin.*]

6 mars. — Note ministérielle complémentaire de la notice n° 15 annexée au règlement du 28 décembre 1883, sur le service de santé de l'armée à l'intérieur (19-475).

11 mars. — Décision ministérielle au sujet des trous à percer dans les bretelles en usage avec la carabine de cavalerie (19-476).

Digitized by Google

12 mars. — Note ministérielle autorisant la désignation de chefs d'escadrons de cavalerie pour les fonctions de commandant de dépôt de remonte à la revue trimestrielle d'avril 1885 (19-477).

13 mars. — Note ministérielle relative à la transmission, avec réduction de taxe, des dépêches officielles passant par les lignes de la Compagnie *Eastern Extension* au sud de Hong-Kong [Tonkin] (19-477).

17 mars. — Circulaire ministérielle au sujet du legs fait à l'armée et aux gardiens de la paix de Paris par *M. Buottourenville* (19-479).

17 mars. — Note ministérielle relative à l'exercice des fonctions de suppléant du sous-intendant militaire dans des cas non prévus par les règlements en vigueur, notamment le décret du 16 janvier 1883 (19-480).

18 mars. — Note ministérielle modifiant la nomenclature du service de la remonte générale (19-481).

19 mars. — Circulaire ministérielle au sujet des examens d'aptitude des docteurs en médecine et des pharmaciens de 1re classe (19-481).

19 mars. — Note ministérielle portant solution de questions relatives à l'application des dispositions du décret du 9 décembre 1884, qui a modifié celui du 1er mars 1880, relatif à l'administration et à la comptabilité des corps de troupe (19-482). [*Voir plus loin.*]

21 mars. — Note ministérielle prescrivant aux corps de troupes à cheval, écoles militaires et établissements de remonte de souscrire à un exemplaire de la 2e série des *Leçons de pathologie comparée* de M. *H. Bouley* (19-483).

26 mars. — Mouvements de troupes (19-483).

8 *mars.* — Notice sur le four aérotherme, système *Lamoureux*, adopté pour les manutentions militaires [Notice remplaçant celle du 15 avril 1881] (20-485).

26 mars. — Circulaire ministérielle au sujet de l'application du décret en date du 7 mars 1885, portant suppression de la masse individuelle et création d'une masse de petit équipement (21-493).

6 avril. — Décret nommant M. le général de division *Campenon* ministre de la guerre (22-507).

21 mars. — Décision présidentielle fixant l'indemnité supplémen-

Digitized by Google

taire pour frais de bureau à attribuer à chacun des commandants de compagnies mixtes de sapeurs-mineurs et conducteurs du génie en Algérie (22-508).

28 mars. — Décision présidentielle qui licencie le bataillon de gendarmerie mobile (22-509).

20 mars. — Note ministérielle relative à l'imputation de la dépense première d'acquisition des feuillets du personnel des officiers de gendarmerie et des portefeuilles à serrure (22-511).

21 mars. — Circulaire ministérielle relative à l'interdiction d'emploi du personnel militaire par les entrepreneurs civils (22-512).

22 mars. — Note ministérielle relative à l'enlèvement des éperons posés sur les chaussures des réservistes de troupes à cheval (22-512). [*Voir plus loin.*]

22 mars. — Note ministérielle relative à l'imputation de la dépense occasionnée par la réparation des gants-moufles (22-513).

24 mars. — Circulaire ministérielle au sujet du droit des sous-officiers autorisés à loger en ville, aux allocations de combustible pour le chauffage des chambres (22-513).

25 mars. — Circulaire ministérielle au sujet de la suppression d'états fournis au Ministre (22-514).

25 mars. — Circulaire ministérielle autorisant l'allocation d'un supplément de combustible pour la préparation du bouillon concentré (22-515).

25 mars. — Note ministérielle relative au mode de décompte des indemnités acquises aux militaires de la gendarmerie appelés en témoignage devant les tribunaux (22-515).

26 mars. — Note ministérielle relative au logement, dans les casernes, pendant la durée de leur service de semaine, des adjudants mariés, autorisés à loger en ville (22-516).

27 mars. — Note ministérielle modifiant l'article 8, § 2, de l'Instruction du 12 février 1878 sur l'administration des corps de troupes de l'armée territoriale (22-516).

30 mars. — Note ministérielle relative à l'inscription sur les livrets matricules des punitions de consigne infligées aux sous-officiers (22-517). [*Voir plus loin.*]

30 mars. — Note ministérielle au sujet de l'application du Règlement du 30 août 1884 sur le service de l'armement (22-517).

30 mars. — Décision présidentielle fixant l'indemnité pour perte d'effets à attribuer aux adjudants et assimilés, ainsi qu'aux

Digitized by Google

chefs armuriers de 2e classe et aux maîtres selliers (23-521). [*Voir plus loin.*]

28 mars. — Note ministérielle prescrivant la tenue de comptes-matières distincts pour les fractions de corps détachées au Tonkin (23-522).

28 mars. — Note ministérielle relative à la résiliation du marché pour la fourniture de la toile treillis dont *M. Rogeau* aîné est titulaire (23-522).

29 mars. — Circulaire ministérielle au sujet des militaires qui se préparent au concours pour l'admission aux Écoles du Gouvernement (23-523).

30 mars. — Circulaire ministérielle au sujet du mode d'expédition des fours roulants du service des subsistances militaires (23-524).

30 mars. — Circulaire ministérielle au sujet des frais de déplacement pour la visite, par les officiers d'administration des subsistances militaires, des annexes des moulins et des forts (23-525).

30 mars. — Circulaire ministérielle au sujet de l'interdiction absolue d'employer dans les établissements des subsistances militaires des auxiliaires pris dans les corps de troupe combattants (23-525).

31 mars. — Note ministérielle relative à des modifications apportées à la nomenclature M du 2 octobre 1882 [Harnachement des chevaux de la cavalerie] (23-526).

1er avril. — Circulaire ministérielle au sujet des demandes ayant pour but d'obtenir le concours d'une musique militaire pour des fêtes de bienfaisance ou autres cérémonies (23-527).

2 avril. — Décision ministérielle qui constitue gîte d'étape la commune de Seyssel [Haute-Savoie] (23-527).

2 avril. — Circulaire ministérielle au sujet de la réforme et de la réparation des outils hors de service dans les corps de troupes de l'infanterie (23-528).

3 avril. — Circulaire ministérielle au sujet de la suppression du visa des sous-intendants militaires sur les bons de distribution (23-528). [*Voir plus loin.*]

3 avril. — Note ministérielle relative à la conservation des fausses jugulaires des képis de sous-officiers ainsi que des galons de grade, d'ancienneté et de fonction en métal (23-530).

Digitized by Google

4 avril. — Décision ministérielle relative à la cession et à la rétrocession des chevaux de l'État âgés de plus de 9 ans (23-531). [*Voir plus loin.*]

4 avril. — Circulaire ministérielle au sujet de la constatation des antécédents judiciaires des jeunes soldats des classes (23-532).

9 avril. — Note ministérielle relative à l'application aux contrôleurs généraux de l'administration de l'armée, de l'article 310 du décret du 23 octobre 1883 sur le service des places (23-538).

Partie supplémentaire.

24 février. — Note ministérielle relative à la modification de la nomenclature de l'approvisionnement d'hôpital de campagne (26-289).

27 février. — Note ministérielle prescrivant l'achat direct dans le commerce, en 1885, de 5 chevaux de troupe par chaque corps de cavalerie ou d'artillerie à l'intérieur (26-290). [*Voir plus loin.*]

28 février. — Note ministérielle contenant un résumé des observations auxquelles a donné lieu l'inspection générale des bureaux de recrutement en ce qui concerne l'administration des hommes appartenant aux différentes réserves (26-291).

3 mars. — Note ministérielle relative à la dénomination des chevaux de troupe de l'artillerie et du train des équipages militaires (26-292). [*Voir plus loin.*]

3 mars. — Décision ministérielle relative à l'appel des médecins de réserve et de l'armée territoriale en 1885 (26-292).

6 mars. — Note ministérielle au sujet des engagements et rengagements contractés par les hommes qui demandent à servir à l'escadron de spahis détaché au Sénégal (26-294).

27 février. — Officiers d'infanterie qui ont obtenu des récompenses pour leurs travaux à la brigade topographique du génie en 1884 (26-295).

9 mars. — Témoignage de satisfaction en faveur de M. *Magnol,* lieutenant du génie (26-295).

6 mars. — Circulaire ministérielle adressée aux préfets des départements, au sujet de l'envoi de l'Instruction pour l'admission au Prytanée militaire en 1885 (28-301).

6 mars. — Instruction pour l'admission au Prytanée militaire en 1885 (28-305).

Digitized by Google

Tableaux d'avancement des officiers de tous grades et assimilés pour l'année 1885 (30-333).

14 février. — Note ministérielle relative à la reliure du 2e semestre 1884, partie réglementaire, du *Journal militaire officiel* (31-401).

6 mars. — Note ministérielle relative au paiement de l'avoir à la masse des hommes renvoyés en exécution de la lettre collective du 14 février 1885 (31-401).

12 mars. — Avis de la mise en exploitation de nouvelles voies ferrées (31-402).

17 mars. — Avis de la mise en exploitation d'une nouvelle voie ferrée (31-402).

17 mars. — Note ministérielle relative à la mise au vert des chevaux de l'armée en 1885 (31-403).

18 mars. — Note ministérielle complétant la circulaire n° 5 du 31 décembre 1884, en ce qui concerne la désignation des circonscriptions de remonte chargées de fournir en 1885 le contingent de chevaux nécessaires aux batteries à cheval attachées aux divisions de cavalerie indépendantes (31-403).

19 mars. — Note ministérielle relative à la fourniture des effets d'habillement, d'équipement et de harnachement nécessaires aux gendarmes indigènes des trois divisions de l'Algérie (31-404).

11 mars. — Liste nominative des sous-officiers qui, pendant les mois de janvier et février 1885, ont été appelés à des emplois civils ou militaires, en exécution de la loi du 24 juillet 1873 (31-406).

16 mars.— Instruction pour les inspections générales des corps de troupe. — Dispositions communes à toutes les armes (32-407).

19 mars. — Circulaire ministérielle au sujet de la mise en adjudication des fournitures de chauffage et d'éclairage à faire pour le service des troupes, du 1er mai 1885 au 30 avril 1888 (33 475).

19 mars. — Cahier des charges pour les fournitures du chauffage et de l'éclairage (33-482).

21 mars. — Loi portant fixation du budget des dépenses de l'exercice 1885 (34-577).

22 mars. — Loi concernant le budget des dépenses sur ressources extraordinaires de l'exercice 1885 (34-585).

19 mars. — Circulaire ministérielle au sujet des enfants de troupe maintenus provisoirement dans les corps (34-590).

Digitized by Google

21 mars. — Liste nominative des officiers, sous-officiers et caporaux qui ont obtenu des récompenses aux cours des écoles régionales de tir, clos le 28 février 1885 (34-591).

20 mars. — Instruction pour les revues trimestrielles et le service courant (35-595).

29 mars. — Loi portant : 1° ouverture de crédits s'élevant à 2 100 000 fr., au titre du budget ordinaire du ministère de la guerre, pour l'exercice 1884 ; 2° annulation de crédits montant à pareille somme sur le même exercice (37-773).

1er avril. — Loi portant ouverture au Ministre de la guerre et au Ministre de la marine et des colonies, sur l'exercice 1885, d'un crédit supplémentaire de 50 millions pour le service du Tonkin (37-774).

8 avril. — Loi portant ouverture au Ministre de la guerre et au Ministre de la marine et des colonies, sur l'exercice 1885, d'un crédit supplémentaire de 150 millions pour le service du Tonkin (37-775).

20 mars. — Décret portant ouverture au Ministre de la guerre, sur le budget ordinaire de l'exercice 1884, d'un crédit de 1 270 fr., applicable à des travaux militaires (37-775).

8 avril. — Décret nommant M. le général de division *de Cools* chef d'état-major général du Ministre de la guerre (37-776).

8 avril. — Décret nommant M. le général *Gervais* chef du cabinet du Ministre de la guerre (37-777).

21 mars. — Circulaire ministérielle au sujet des manœuvres de cadres d'état-major et des exercices pratiques du service d'état-major en campagne (37-777).

25 mars. — Circulaire ministérielle au sujet de l'appel des réservistes des classes 1876 et 1878, et de l'appel de la cavalerie territoriale, classes 1872 et 1873 (37-778).

30 mars. — Tableau des arrondissements des inspections générales administratives en 1885 (37-780).

31 mars. — Avis de la mise en exploitation d'une voie ferrée (37-782).

19 mars. — Inscription d'office au tableau d'avancement pour le grade de chef d'escadron de M. *Jourdy,* capitaine d'artillerie (37-783). [*Voir plus loin.*]

25 mars. — Inscription d'office au tableau d'avancement de M. *Guibal,* lieutenant d'infanterie (37-783).

Digitized by Google

10 avril. — Instruction sur les inspections administratives des corps de troupe de toutes armes, des établissements militaires considérés comme tels, des hôpitaux militaires et des écoles militaires (38-785).

21 mars. — Circulaire ministérielle au sujet du classement, en 1885, des chevaux, juments, mulets et mules susceptibles d'être requis pour le service de l'armée (39-845).

17 avril. — Instruction sur l'inspection générale des fonctionnaires de l'intendance militaire, des officiers d'administration du service de l'intendance militaire et des troupes d'administration, ainsi que des établissements du service des subsistances militaires, des établissements du service de l'habillement et du campement et du harnachement, des magasins centraux du mobilier des hôpitaux militaires, de la pharmacie centrale et des dépôts de médicaments, du service des lits militaires, du service des transports et frais de route (41-981).

---

§ 2. — EXTRAITS DES DÉCRETS, DÉCISIONS, CIRCULAIRES, ETC.

Partie réglementaire.

7 mars. — *Décret supprimant la masse individuelle et créant, dans chaque corps de troupe et établissement considéré comme tel, une masse de petit équipement.* (Extrait.)

Art. 1er. La masse individuelle est supprimée.

Art. 2. Il est créé, dans chaque corps de troupe et établissement considéré comme tel, une masse de petit équipement.

Cette masse s'alimente au moyen de toutes les allocations faites actuellement au titre de la masse individuelle, d'après les tarifs en vigueur.

Il n'est rien changé au mode de perception et de régularisation de ces allocations.

Une demi-première mise, calculée d'après le taux fixé pour l'infanterie, est attribuée aux militaires envoyés dans les compagnies de discipline. Elle est destinée à l'alimentation de la masse de secours existant dans ces corps.

Art. 3. Le prélèvement de cinq centimes par jour opéré sur la solde des tambours et clairons est supprimé.

Digitized by Google

Art. 4. En dehors des allocations prévues par l'article 2, la masse de petit équipement fait recette :

1° Des sommes remboursées par le service de l'habillement, comme représentant la moins-value des effets de petit équipement délivrés aux réservistes et aux hommes de l'armée territoriale ;

2° De l'indemnité payée par le service de l'habillement pour prêt d'effets de petite monture ou de pansage fait à ces militaires par ceux de l'armée active ;

3° De l'avoir à la masse des militaires venant des corps où la masse individuelle continue de fonctionner ;

4° Des indemnités allouées pour perte ou usure anticipée d'effets de petit équipement provenant de cas de force majeure sur quelque fonds que ce soit.

Art. 5. La masse de petit équipement supporte les dépenses résultant :

1° De l'achat des effets de linge, de chaussure et de petit équipement ;

2° Du payement des réparations, dégradations, pertes et moins-values ne provenant pas de cas de force majeure, qui étaient antérieurement au compte de la masse individuelle ;

3° Du payement des amendes et frais de justice mis à la charge des militaires ayant subi des condamnations, jusqu'à concurrence de la somme de 40 fr., fixée uniformément pour toutes les armes.

Art. 6. Les avances en argent et en effets de petit équipement, prévues par les articles 34, 35, 36, 37, 38, 39 et 40 du décret du 12 juin 1867 sont supprimées.

Art. 7. Les articles 51, 90 et 95 de l'ordonnance du 10 mai 1844, relatifs à la responsabilité des conseils d'administration et des capitaines, sont applicables à la gestion et à l'administration de la masse de petit équipement, dont les comptes sont vérifiés par les fonctionnaires de l'intendance militaire.

Les mêmes règles sont applicables aux corps qui n'ont pas de conseil d'administration et aux écoles.

Art. 8. Le Ministre de la guerre détermine les effets de petit équipement qui doivent être retirés aux hommes rayés des contrôles, ainsi que l'usage qui doit être fait de ces effets.

Art. 9. Le premier jour de la mobilisation générale, la masse de petit équipement cesse de fonctionner et ne perçoit plus aucune allocation. A partir de cette date, l'État prend à sa charge

Digitized by Google

toutes les dépenses habituellement supportées par la masse de petit équipement.

En cas de mobilisation partielle, le Ministre de la guerre décide s'il y a lieu de faire application de cette mesure aux troupes mobilisées.

Art. 10. Au moment du retour sur le pied de paix, le fonctionnement de la masse de petit équipement est repris à une date fixée par le Ministre de la guerre.

Dispositions transitoires.

Art. 11. Le premier fonds de la masse de petit équipement se compose, dans chaque corps de troupe et établissement considéré comme tel, de l'avoir total de la masse individuelle au jour de la mise en pratique du présent décret, déduction faite :

1° Des versements volontaires effectués depuis l'entrée au service des militaires qui les ont faits ;

2° Des excédents de masse dus aux hommes le jour du passage de l'ancien au nouveau système.

Art. 12. Toutes les dispositions qui régissent actuellement la masse individuelle et qui ne sont pas contraires aux prescriptions du présent décret, sont applicables à la masse de petit équipement.

Art. 13. Une instruction ministérielle déterminera dans ses détails le mode de fonctionnement de la masse de petit équipement dans les corps de troupe, dans les écoles, etc.

Art. 14. Le présent décret entrera en vigueur à partir du 1er juillet 1885.

28 février. — *Note ministérielle relative aux dépenses à imputer aux ordinaires.* (Direction des Services administratifs ; Bureau des Vivres.) [Extrait.]

Le Ministre fait connaître qu'aux dépenses qui peuvent être imputées à l'ordinaire dont l'énumération est faite à l'article 408 du décret du 28 décembre 1883, ainsi qu'à l'erratum porté à la page 140 du *Journal militaire officiel* (1er semestre 1884, partie réglementaire), il y a lieu d'ajouter, savoir :

1° Achat du cosmétique hygiénique du marcheur ;

2° Menus frais pour la célébration de la Sainte-Barbe, dans les corps d'artillerie, fixés au maximum à 20 fr. par batterie ;

Digitized by Google

3° Acquisition des sabots-galoches pour les cuisiniers, des paniers pour la viande et des brosses pour le pain de soupe ;

4° Frais de rôtissage de la viande, en vue de varier la nourriture des hommes ;

5° Achat du filtre à café, système Reymond, pour les troupes dépourvues de percolateurs (note ministérielle du 28 février 1885).

Les frais de rôtissage, qui se subdivisent comme il suit, ne devront jamais excéder les fixations ci-après, savoir :

a. Dépense de première mise, pour achat de vaisselle, 15 fr. par batterie, soit 17 cent. par homme vivant à l'ordinaire ;

b. Dépense annuelle d'entretien, 10 fr. par batterie, soit 11 cent. par homme ;

c. Dépense journalière, s'il y a lieu, pour les frais de cuisson, toutes les fois qu'il est fait du rôti, 3 fr. par batterie, soit 3c,5 par homme.

Le Ministre fait d'ailleurs observer que les dépenses de rôtissage de la viande et d'achat de filtres Reymond sont absolument facultatives. Les chefs de corps ne devront les autoriser qu'autant qu'ils le jugeront utile et que l'état des bonis le permettra.

20 mars. — *Décision présidentielle fixant l'indemnité pour frais de service à attribuer au chef d'escadron d'artillerie commandant les batteries détachées en Corse.*

La direction d'artillerie de Bastia ayant été supprimée à partir du 1er janvier 1885, conformément aux dispositions de l'article 1er du décret du 4 juillet 1884, les arrondissements d'Ajaccio et de Bastia dont elle était formée, ainsi que les trois batteries détachées en Corse, ont été placés sous les ordres d'un chef d'escadron d'artillerie.

Une indemnité pour frais de service de 522 fr. par an, soit 43 fr. 50 c. par mois et 1 fr. 45 c. par jour, sera allouée, à partir de la prise de possession de ses fonctions, à M. le chef d'escadron commandant les batteries détachées en Corse et les arrondissements d'Ajaccio et de Bastia.

23 mars. — *Décret modifiant les conditions d'établissement des tableaux d'avancement aux divers grades d'officier et assimilé.* (Extrait.)

Art. 1er. Les corps d'armée et gouvernements militaires seront réunis par groupes d'inspection composés de plusieurs corps d'ar-

Digitized by Google

mée. Dans chaque groupe, il sera établi des listes de classement par ordre de préférence, par arme ou service et par grade jusqu'au grade de lieutenant-colonel inclusivement, pour tous les officiers et assimilés proposés pour l'avancement.

Les propositions pour les grades de colonel, de général de brigade et de général de division et assimilés continueront à être examinées par la commission supérieure des commandants de corps d'armée.

Les divers groupes d'inspection comprendront respectivement les régions de corps d'armée ci-après :

1er groupe : 1er, 2e et 3e corps.
2e groupe : 4e, 10e et 11e corps.
3e groupe : 6e et 7e corps.
4e groupe : 8e, 9e et 12e corps.
5e groupe : 13e, 14e et 15e corps.
6e groupe : 16e, 17e et 18e corps.
7e groupe : 5e corps et gouvernement de Paris.
8e groupe : Algérie et Tunisie.

Aucune modification n'est apportée au mode de fonctionnement actuellement en usage pour les inspections générales de l'infanterie, du service d'état-major, du recrutement et de la justice militaire.

Les autres armes et services seront répartis en arrondissements d'inspection correspondant aux nouveaux groupes d'inspection.

Les établissements de toute nature ainsi que les écoles seront compris dans l'arrondissement d'inspection de l'arme ou du service auquel ils ressortissent.

Chaque année, et antérieurement à la date fixée pour le commencement des inspections, le Ministre fait connaître pour chaque arme ou service, et pour chaque grade, quelle est l'ancienneté minima exigée des candidats à proposer pour l'avancement. Le nombre des propositions n'est l'objet d'aucune limitation.

Dès que le chiffre des vacances dans les divers grades à prévoir pour l'année suivante aura pu être déterminé avec une exactitude suffisante, le Ministre fixera, pour chaque grade, le nombre des candidats classés qui seront admis sur les tableaux d'avancement, proportionnellement au nombre des officiers susceptibles par leur ancienneté d'être l'objet d'une proposition dans chaque groupe d'inspection.

Digitized by Google

L'ordre de préférence des candidats sur les listes de classement détermine leur admission aux tableaux d'avancement, où ils sont ensuite inscrits d'après leur rang d'ancienneté.

Aucune limitation n'est assignée quant au nombre des candidats à admettre par groupe régional sur les listes de proposition pour les grades de colonel et d'officiers généraux ou assimilés.

Les inspections générales commencent le 1er mai, pour prendre fin avant les manœuvres d'automne.

Aussitôt après les grandes manœuvres, les commandants de corps d'armée de chaque groupe d'inspection se réunissent en commission régionale de classement au quartier général, et sous la présidence du plus ancien d'entre eux, pour arrêter définitivement les listes de proposition à l'avancement par arme ou service et par grade, jusqu'au grade de lieutenant-colonel et assimilé inclusivement.

Pour les armes et services autres que le service d'état-major, l'infanterie, le recrutement et la justice militaire, les commandants de corps d'armée sont assistés par les inspecteurs généraux respectifs de ces armes et services dans le groupe.

Ils arrêtent de même les listes de proposition pour l'admission et l'avancement dans la Légion d'honneur jusqu'au grade d'officier inclusivement, et pour la médaille militaire.

Enfin, ils examinent les titres à l'avancement et établissent des listes de proposition pour les grades de colonel, de général de brigade et de général de division ou assimilés, ainsi que pour l'avancement au grade de commandeur dans la Légion d'honneur.

Le résultat du travail des commissions régionales de classement sera adressé, par les présidents de ces commissions, au Ministre de la guerre pour le 1er novembre au plus tard.

Le 15 novembre, la commission supérieure de classement, composée des commandants de corps d'armée, auxquels seront adjoints, respectivement pour leur arme ou service, les présidents des comités ou commissions et le chef d'état-major général du Ministre, se réunira à Paris, pour arrêter définitivement les listes de proposition pour les grades de colonel, de général de brigade et de général de division et assimilés, et pour le grade de commandeur dans l'ordre de la Légion d'honneur.

Dès que le travail des inspections générales est terminé, le Ministre se prononce sur les propositions qui lui sont directement

Digitized by Google

soumises par le chef d'état-major général, pour les officiers attachés à l'état-major général, aux directions du ministère, et les officiers en mission.

Les divers tableaux d'avancement définitivement arrêtés et clos par le Ministre de la guerre sont insérés au *Journal militaire officiel.*

19 mars. — *Note ministérielle portant solution de questions relatives à l'application des dispositions du décret du 9 décembre 1884, qui a modifié celui du 1er mars 1880, relatif à l'administration et à la comptabilité des corps de troupe.* (Direction des Services administratifs, Bureau de l'Habillement et du Campement.)

L'application du décret du 9 décembre 1884 (*Journal militaire officiel,* partie réglementaire, p. 934) modifiant le décret du 1er mars 1880, a donné lieu aux deux questions suivantes :

1° Les effets emportés par les militaires qui changent de corps doivent-ils être pris en charge par le nouveau corps d'affectation ou doivent-ils être abandonnés aux détenteurs ?

2° Les soldats-ordonnances changeant fréquemment d'escadron, n'y aurait-il pas lieu de prendre une mesure spéciale pour ces militaires, afin d'éviter de les faire rentrer à la portion centrale pour être déshabillés ?

En ce qui concerne la première de ces deux questions, les effets emportés par les militaires changeant de corps doivent être considérés comme leur étant abandonnés et, conséquemment, ne doivent pas être pris en charge par le nouveau corps d'affectation.

Quant aux soldats-ordonnances, les dispositions dudit décret du 9 décembre 1884 doivent leur être appliquées comme à tous les autres militaires changeant de corps.

22 mars. — *Note ministérielle relative à l'enlèvement des éperons posés sur les chaussures des réservistes des troupes à cheval.* (Direction des Services administratifs, Bureau de l'Habillement et du Campement.)

Le Ministre, consulté sur la question de savoir s'il y a lieu d'allouer aux chefs armuriers des corps de troupe une indemnité spéciale pour l'enlèvement des éperons adaptés aux chaussures des réservistes des troupes à cheval, a décidé, à la date de ce jour, que cette question doit être résolue par l'affirmative.

Digitized by Google

La dépense sera imputée sur les crédits du budget ordinaire du service de l'habillement et n'excédera pas 5 cent. par paire, de même que celle de la pose ne doit pas dépasser 10 cent. par paire d'éperons.

Il est bien entendu que ces prix sont des maxima que l'on doit toujours s'efforcer de ne pas atteindre dans les conventions verbales ou écrites avec les ouvriers militaires.

30 mars. — *Note ministérielle relative à l'inscription sur les livrets matricules des punitions de consigne infligées aux sous-officiers.* (Cabinet du Ministre. Bureau de la Correspondance générale.)

Le Ministre de la guerre a arrêté les dispositions suivantes, en ce qui concerne l'inscription, sur les livrets matricules, des punitions de consigne, au quartier ou à la chambre, infligées aux sous-officiers par application du décret du 28 décembre 1883, sur le service intérieur.

L'en-tête de la colonne « Consigné » sera complété par les mots « au quartier » et l'en-tête de la colonne « Salle de police » par les mots « ou consigne à la chambre ».

30 mars. — *Décision présidentielle fixant l'indemnité pour perte d'effets à attribuer aux adjudants et assimilés, ainsi qu'aux chefs armuriers de 2e classe et aux maîtres selliers.* (Extrait.)

Une indemnité maximum de 150 fr. est susceptible d'être attribuée, en cas de perte d'effets, aux adjudants et assimilés, quelle que soit l'arme à laquelle ils appartiennent, ainsi qu'aux chefs armuriers de 2e classe et aux selliers.

3 avril. — *Circulaire ministérielle au sujet de la suppression du visa des sous-intendants militaires sur les bons de distribution.* (Extrait.)

En principe, les bons de distribution de vivres, de fourrages et de chauffage ne seront plus soumis désormais au visa du sous-intendant militaire chargé de la surveillance administrative du corps.

Toutefois, il sera fait exception à cette règle lorsque, par suite de circonstances quelconques, les bons ne pourraient pas être signés par un officier. En outre, le signataire du bon devra porter, en tête, avant la désignation de la partie prenante, ses nom, prénoms et qualité, en caractères très lisibles.

Digitized by Google

Fig. 4. (1/3).

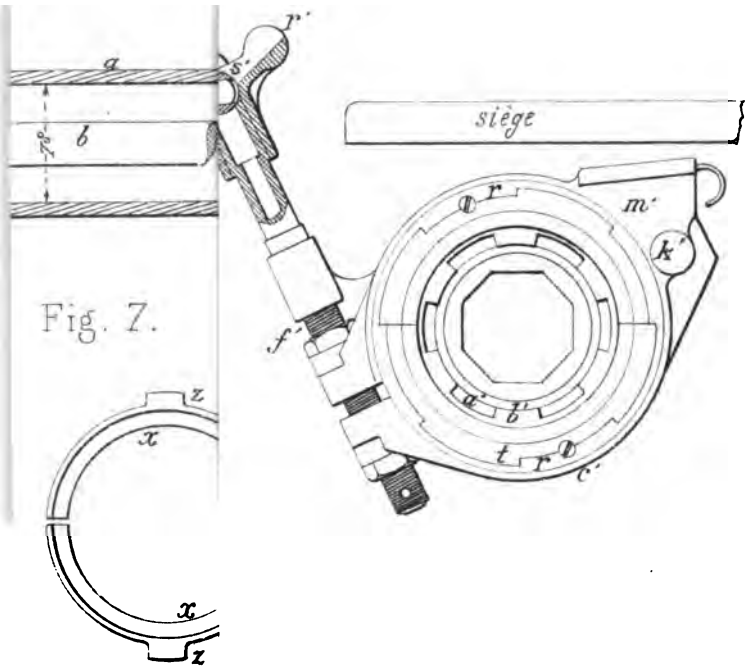
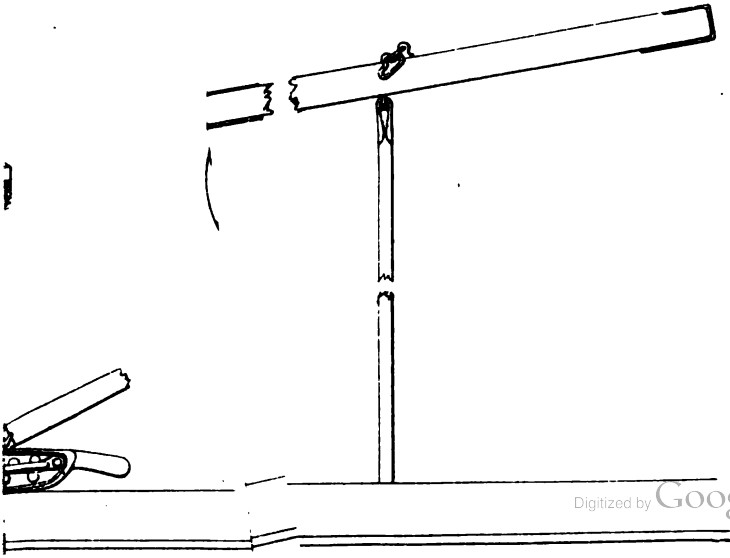


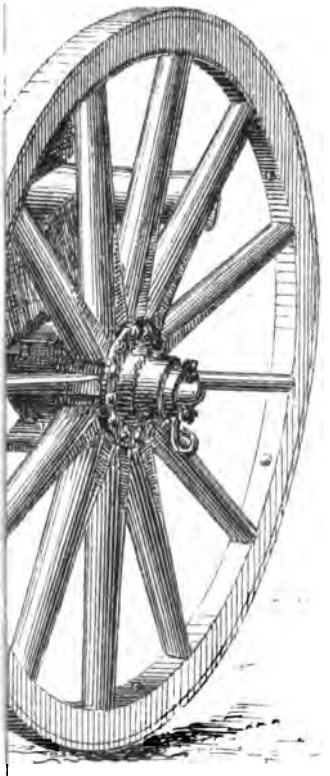
Fig. 7.



Digitized by Google

Digitized by Google

pièce .



Digitized by Google

Digitized by Google

NOUVEAUX PROGRÈS

DE

LA DÉPHOSPHORATION

DES FONTES ET DES ACIERS

[*Fin* (1).]

CHAPITRE III.

DÉPHOSPHORATION SUR SOLE (2).

Pendant que le procédé Thomas-Gilchrist se développait au convertisseur Bessemer, un traitement analogue prenait naissance au four Martin-Siemens.

Plus timidement, mais presque avec le même succès, M. Pourcel créait à Terre-Noire une méthode qui, transportée par M. Valton à Alexandrovsk (sur la Neva, à 9km de St-Pétersbourg), y subissait quelques légères modifications, entre autres la substitution aux minerais de fer, des oxydes de battitures agglomérés avec de la chaux (3).

M. Walrand, au Creusot, fondait dans cette usine, un autre mode de traitement qu'il établissait plus tard à Huta-Bankova (Pologne russe).

Enfin M. Garnier faisait breveter un troisième procédé.

Au milieu de leur variété, toutes ces méthodes ont pour but et pour moyen :

1° *Constitution d'une sole basique,* en briques de chaux ou

(1) Voir *Revue d'artillerie,* mars 1885, t. XXV, p. 521, et avril 1885, t. XXVI, p. 5.

(2) Voir : *Déphosphoration sur sole à Alexandrovsk* (*Iron and Steel Institute,* août 1883, article écrit en anglais). Le *Génie civil,* mars 1883. Valton, *Sur la déphosphoration,* une brochure et un article paru dans le *Génie civil.*

(3) Cette modification est due à M. de Boissieu, ingénieur en chef de l'usine russe, nommé récemment chef de service aux aciéries de Terre-Noire, en remplacement de M. Pourcel.

Digitized by Google

de dolomie, ou en pisé des mêmes matières. Une difficulté spéciale se rencontrait ici dans la nécessité d'éviter le contact entre les matières basiques de la sole et les parois siliceuses du four, contact qui aurait amené une usure d'autant plus rapide de l'appareil que, à l'inverse de ce qui se passe avec le convertisseur Bessemer, la fusion est toujours longue.

On peut employer une sole mobile analogue à celle du four Pernot ; le joint d'air entre les pieds-droits siliceux et la sole basique résout simplement la question de l'emploi simultané des matériaux siliceux et basiques dans le même four, tandis que la rotation produit une agitation favorable à l'élimination du phosphore.

La solution complète serait de faire tout le four en magnésie.

M. Pourcel a résolu le problème en interposant, dans le four fixe, des briques de fer chromé entre la matière basique est les matières siliceuses. M. Walrand a employé pour le même objet la bauxite.

2° *Formation d'une scorie basique* destinée à absorber la silice du lit de fusion et l'acide phosphorique, au moyen d'additions calcaires, de chaux ou de dolomie, en fragments ou en poudre.

3° *Oxydation* du carbone, du silicium et du phosphore par l'introduction d'oxydes métalliques, de fer ou de manganèse, introduction qui se fait depuis longtemps en Angleterre et constitue, sous le nom d'*ore process,* une des variations du procédé de fabrication d'acier sur-sole.

La même oxydation peut être obtenue par des injections d'air, comme cela se pratique à l'usine du Phœnix en Allemagne, ou sous l'influence du courant gazeux de générateurs Siemens comme au Creusot.

4° *Enlèvement de la scorie* et *additions finales de spiegel,* ou de ferro-manganèse, suivant l'usage ordinaire.

Digitized by Google

La déphosphoration sur sole à Alexandrovsk.

La dolomie employée provient d'une île du golfe de Finlande. On la fritte au cubilot de la manière suivante :

Les cubilots, au nombre de quatre, ont $1^m,70$ de diamètre intérieur et $3^m,50$ de hauteur; ils sont à enveloppe de tôle.

Le garnissage intérieur en est fait au moyen d'un pisé en chaux et fer chromé de l'Oural, à raison de deux parties en volume de fer chromé en poudre, pour une de chaux.

Ce fer chromé a la composition suivante :

Silice	8,0
Oxyde de fer	13,5
Alumine	13,0
Magnésie	13,0
Chaux	1,5
Oxyde de chrome	51,0

Un semblable garnissage dure de trois à quatre mois ; on avait essayé, tout d'abord, un pisé de dolomie frittée et de goudron, mais la durée n'en était que de quinze jours au plus.

L'emploi du fer chromé comme matière réfractaire est original ; c'est, en effet, un corps infusible, inattaquable à la plupart des agents chimiques, sauf les alcalis et la chaux.

Le frittage se fait avec une consommation de 45 à 50 p. 100 de coke par tonne de dolomie crue.

Les fours qui servent à la déphosphoration sont du type Martin-Siemens, mais leur construction est modifiée de la manière suivante : on laisse les conduits qui vont aux chambres comme dans les fours ordinaires et on les fait en briques siliceuses de Dinas.

La sole est en pisé de dolomie frittée mélangée de goudron ; on lui donne une épaisseur de 15 à 20 centimètres.

Les parois du four sont obtenues en damant entre des

Digitized by Google

planches, écartées de $0^m,50$ dans la partie inférieure, et de $0^m,30$ seulement dans la partie supérieure, un mélange de dolomie frittée et de goudron par couches successives de 10 centimètres d'épaisseur. Arrivé à l'endroit du four où la paroi doit être en contact avec la voûte en briques siliceuses (ce qui amènerait la fusion), on emploie une couche de fer chromé en poudre mélangé de goudron sur une épaisseur de 15 centimètres.

Quant à la voûte, elle ne fait que toucher le fer chromé; elle repose sur la structure métallique qui entoure le four.

Pour cuire la sole et les parois, on emploie certaines précautions qui ont pour but d'éviter que le goudron ne brûle trop vivement, car il est bon qu'il reste un ciment de carbone; on enlève les planches; on fixe, contre les parois, des tôles minces en fer et on charge la sole de bouts de rails aussi jointifs que possible. On évite ainsi le gonflement, ainsi que la combustion trop vive du goudron. La cuisson est terminée quand la masse est bien dure, ce qui a lieu au bout de quatre jours de chauffage, dont deux et demi au bois et un et demi au gaz; on peut alors commencer à charger.

Pour une production de 60 à 80 tonnes d'acier déphosphoré, en cinq mois, les résultats ont été les suivants comme moyenne de 854 coulées et 128 jours de travail :

	par tonne d'acier.
Fonte du Cleveland (1/2 à 2 p. 100 de phosphore). .	325^{kg}
Bocages de fonte (0,4 à 1,2 p. 100 de phosphore). .	110
Vieux rails en fer (0,2 ou 0,65 p. 100 de phosphore).	235
Riblons divers	340
Fonte hématite	55
Spiegel	95
Ferro-manganèse (de 50 à 80 p. 100 de manganèse).	6
	$1\,166^{kg}$

On charge d'abord la fonte phosphoreuse, puis une cou-

Digitized by Google

che de chaux, puis autant de riblons et bocages que le four peut en contenir. Au bout de quatre heures environ, la charge est fondue et on termine par des ferrailles.

Pour obtenir une scorie convenablement affinante et suffisamment basique, on ajoute des briquettes d'un mélange de crasses de laminoir et de chaux.

Le niveau du bain est maintenu élevé de manière à permettre une évacuation partielle de la scorie par la porte de travail.

A la fin de l'opération, on enlève la majeure partie de la scorie, on brasse avec un ringard et on fait une prise d'essai que l'on martèle et que l'on casse.

La consommation, par tonne, a été :

Houille Yorkshire	760kg
Chaux	450
Briquettes de chaux et crasses de laminage .	200

La production de scrap (métal à refondre) a été de 26 kg. par tonne.

Après chaque coulée, on fait une réparation au four ; la sole dure de 150 à 200 opérations, tandis que la voûte, les parois et les carneaux doivent être réparés après 30 à 40 charges.

A l'exposition de Moscou, en 1882, les aciéries d'Alexandrovsk avaient envoyé des aciers fabriqués sur sole basique, avec des fontes du Cleveland et des ferrailles ; ces aciers étaient classés en quatre qualités répondant aux compositions suivantes :

	A.	B.	C.	D.
Carbone.	0,300 à 0,450	0,200 à 0,250	0,100 à 0,150	0,060 à 0,100
Silicium.	traces	traces	traces	traces
Manganèse.	0,400 à 0,800	0,300 à 0,500	0,200 à 0,350	0,200 à 0,300
Phosphore.	0,030 à 0,070	0,030 à 0,050	0,020 à 0,030	0,020 à 0,030
Soufre.	traces	traces	traces	traces
Essais mécaniques { R par mm. carré	50 à 65kg	40 à 45kg	35 à 40kg	30 à 35kg
Essais mécaniques { A p. 100	15 à 25	20 à 25	25 à 30	plus de 30

Digitized by Google

La qualité B paraîtrait bien convenir à la construction du matériel de l'artillerie.

La qualité D est en réalité du fer fondu qui, d'après M. Valton, pourrait se substituer avantageusement, dans tous les cas, aux fers les plus renommés.

M. de Boissieu nous a communiqué des essais qu'il a fait faire, en avril 1883, sur des tôles de 20 millimètres destinées aux affûts de l'artillerie russe. Ces tôles ont donné, en moyenne :

$$E = 11^{kg}$$
$$R = 38^{kg},5$$
$$A_{200} = 25 \text{ p. } 100.$$

Il paraît que les flasques se sont bien comportés au tir d'épreuve.

La déphosphoration seule pouvait permettre d'utiliser économiquement, sans importation de minerais purs, les vieux rails en fer phosphoreux, ainsi que la fonte de Finlande, aussi phosphoreuse que celle du Cleveland.

Depuis bientôt trois ans la déphosphoration sur sole est exclusivement employée à Alexandrovsk, et la Finlande pourra désormais, avec son combustible végétal, et ses minerais des lacs, contribuer à la production des rails d'acier de l'empire russe.

La déphosphoration sur sole aux usines du Creusot.

Le Creusot avait produit, en janvier 1883, 1 240 tonnes d'acier avec deux convertisseurs basiques, en marche intermittente, et un four Martin-Siemens de 15 tonnes.

La fabrication au four Martin-Siemens (c'est-à-dire sur sole fixe), après quelques mois d'interruption, a été reprise au mois de janvier 1884, pour utiliser les riblons basiques du Bessemer qu'on ne peut employer aux fours acides. Cet acier basique du Martin est vendu pour *clous de souliers* et *fils de fer* de modistes.

Il n'y a au Creusot qu'un four basique pour cinq fours acides.

Digitized by Google

Les aciers Martin basiques sont très doux, leur composition moyenne est la suivante :

Carbone	0,16	p. 100
Silicium	traces	
Soufre	0,03	—
Phosphore	0,03	—
Manganèse	0,25	—

On prétend que les bons aciers basiques reviennent plus cher (5 fr. de plus les 100 kg.) que les bons aciers acides. On en donne comme raison qu'on emploie moins de fonte qu'aux fours acides et des matières premières relativement plus chères (vieux rails, riblons, etc.).

Pour préparer la sole du four, on fait d'abord entre les pieds-droits, sur une hauteur dépassant de quelques centimètres le niveau du bain, un revêtement en pisé dolomitique de 20 centimètres d'épaisseur. Le pisé employé est le même que pour le Bessemer basique, avec cette seule différence qu'on ne le mélange pas avec du goudron. On construit à l'intérieur du four un compartimentage en planches et on dame le pisé avec des dames chaudes en fer, entre les murs du four et les planches. Au-dessus du niveau du bain on achève le revêtement avec des briques siliceuses.

On interposait autrefois une couche de bauxite entre la partie calcaire et la partie siliceuse ; aujourd'hui cette couche intermédiaire est supprimée, sans qu'il y ait usure trop rapide.

La voûte du four est aussi en briques siliceuses.

Pour faire la sole, on chauffe le four, on dispose sur toute sa surface une couche de dolomie frittée et broyée d'un centimètre d'épaisseur. On attend qu'elle soit bien prise par l'effet de la chaleur, on ajoute une deuxième couche de même épaisseur, et ainsi de suite jusqu'à une épaisseur de 20 centimètres. Il faut chauffer en général chaque couche pendant une heure.

On répare la sole et les pieds-droits après chaque opération. Les dégradations sont d'importance très variable.

Digitized by Google

Le four est chauffé comme d'ordinaire par la combustion des gaz de générateurs Siemens; l'affinage se produit sous l'influence du courant gazeux.

On charge le four de 1 800 kg. de fonte phosphoreuse.

On voit donc que la fonte n'intervient que pour une très faible proportion dans la charge. Quand la fonte est fondue, on ajoute des fers communs, des riblons, des bouts de rails provenant de Bessemer basique.

On ajoute à plusieurs reprises de la chaux pour rendre la scorie bien basique, soit au total 16 à 20 p. 100 de la fonte introduite au début.

Les périodes de scorification et de décarburation sont confondues et durent environ six à sept heures.

On enlève fréquemment les scories avec un râteau.

Des prises d'essai indiquent la marche de l'opération.

La fin de la décarburation est signalée par un bouillonnement de la masse, et par les prises d'essai.

La période de déphosphoration dure de deux heures à deux heures et demie.

On enlève fréquemment les scories.

La recarburation se fait, comme toujours, au moyen de spiegel et de ferro-manganèse ; on ajoute aussi pendant la coulée, si elle a lieu dans des lingotières, des charges de spiegel pour réduire l'oxyde de fer qui se forme.

La durée totale de l'opération est de douze heures pour une production de 15 tonnes.

On reconnaît à la déphosphoration sur sole les avantages suivants :

1° Le silicium disparaît complètement par l'affinage, ainsi que le phosphore.

2° Les réparations du garnissage basique sont plus faciles.

3° La température du bain est indépendante de la composition chimique de la fonte qui, par conséquent, n'a pas besoin d'une teneur spéciale en silicium et en manganèse.

Digitized by Google

4° L'évacuation de la scorie est plus facile qu'au convertisseur et peut se faire à un moment quelconque de l'opération.

Cette évacuation empêche la rephosphoration.

5° L'opération étant plus longue, les prises d'essai peuvent être plus nombreuses sans inconvénient; on est plus maître de la qualité du produit.

M. Valton ajoute qu'il est difficile d'établir auquel des deux procédés de déphosphoration, au Bessemer ou sur sole, il faut attribuer la supériorité: il est convaincu qu'ils ont chacun leur valeur propre et qu'il n'est pas permis de préférer d'une manière générale l'un à l'autre. Dans les vastes usines, où la fabrication se chiffre par 60 000 tonnes par an, où l'on a principalement en vue la fourniture de rails, le Bessemer sera préféré. Dans les établissements de moindre importance, où les échantillons sont plus variés, où l'on s'attache de préférence à la production des tôles et d'un métal répondant à des exigences étroites et bien déterminées, *surtout en métal doux,* le four sera choisi de préférence, comme laissant plus d'élasticité à la fabrication, n'exigeant pas une fonte et des matières de qualités particulières, et permettant un développement successif, une transformation moins radicale, et par conséquent moins coûteuse, chaque four pouvant donner suivant ses dimensions de 500 kg. à 20 000 kg. par coulée.

M. Walrand prolonge, autant que possible, la période de fusion. Quand la déphosphoration commence, il décrasse le bain et enlève le restant du phosphore par une addition d'oxyde de fer ou de riblons oxydés.

Le mélange :

Fonte blanche	4 000kg
Chaux et carbonate de chaux	600
Oxyde de fer	400

donne les résultats suivants :

Phosphore avant fusion	2,70	p. 100.
Phosphore après fusion	0,30	—
Phosphore à la fin de l'opération . .	0,04	—

Digitized by Google

En général, on traite des matières moins phosphoreuses ayant au plus 1 p. 100 de cette impureté.

Quand le bain a atteint le poids désirable et le degré voulu de déphosphoration, on fait un décrassage final; on ajoute un peu de chaux pour couvrir le bain, puis a lieu l'addition de spiegel et de ferro-manganèse.

M. Garnier établit sur la sole d'un four Martin-Siemens, à chaque opération, une fausse sole en calcaire cru, surmontée de minerai de fer; il charge ensuite le mélange de fonte et de riblons, et opère la fusion sous courant d'air.

Les gouttelettes de fonte, tombant sur l'oxyde de fer, s'affinent avec une grande énergie en faisant jaillir des étincelles, et quand le métal est en partie fondu, le dégagement d'acide carbonique commence. Ce gaz brasse et oxyde le bain à travers lequel la chaux et l'oxyde s'élèvent à leur tour, entraînant la majeure partie de la silice et du phosphore de la fonte.

Avec un bain de 0,5 p. 100 de phosphore, et 2,5 p. 100 de silicium, on a obtenu, par simple fusion, de l'acier pour rails avec 0,1 p. 100 environ de phosphore; sans aucun décrassage, dans l'opération pour rails où un peu de phosphore ne nuit pas, on a remarqué que la rephosphoration par l'addition finale de ferro-manganèse n'a pas lieu; ce qui s'expliquerait par la faible épaisseur de la couche de scorie.

Cette méthode a été mise en pratique par M. Chalmeton, à l'usine d'Aubin (Aveyron); et aux fours Pernot, aux aciéries de Saint-Chamond.

On a remarqué, en outre, que, tandis que les fours Martin acides de l'usine d'Aubin produisaient 13 tonnes d'acier en 24 heures, on obtenait, par le procédé Garnier, en traitant les fontes phosphoreuses et siliceuses de Mondalanzac, 16 tonnes en 24 heures; ce résultat s'explique par l'action énergique du minerai de fer et de l'acide carbonique.

Digitized by Google

Dans ce procédé, comme dans celui de M. Walrand, c'est l'oxyde de fer qui produit l'affinage de la fonte; il y a aussi, dans les deux procédés, affinage par l'acide carbonique et par le courant gazeux des générateurs.

Procédé conseillé par M. Walton.

Dans un article publié en avril 1884, par le *Génie civil*, et destiné à encourager les usines de la Loire à lutter contre la concurrence étrangère, M. Valton s'exprime ainsi:

« La production du métal déphosphoré à l'appareil Bessemer est restée limitée, en France, à la région de l'Est, là où le prix de la fonte est extrêmement bas et où elle a d'ailleurs besoin d'une épuration plus énergique et plus complète. En Angleterre, elle se développe lentement, parce que l'écart entre le prix des fontes Bessemer provenant des minerais purs et celui des fontes phosphoreuses du Cleveland est peu considérable. En Allemagne enfin, où elle avait pris rapidement une énorme importance, elle semble demeurer momentanément stationnaire et même rétrograder sur certains points.

« Il n'y a là, sans doute, qu'un fait accidentel dû au bon marché des minerais purs et riches, bon marché qui s'explique lui-même par un abaissement tout à fait anormal du prix des frets.

« Le minerai de Bilbao peut s'obtenir aujourd'hui à Anvers ou à Rotterdam à 16 ou à 17 fr. la tonne.

« La fonte, dite Thomas, qui, pour être traitée convenablement à l'appareil Bessemer et convertie en lingots de bonne qualité, doit répondre à certaines exigences de composition, ne coûte en ce moment que de 10 à 13 fr. meilleur marché que les fontes Bessemer provenant de minerais purs; elle donne lieu à plus de déchets et les frais de conversion dans l'appareil basique sont plus élevés, de telle sorte qu'il y a, pour ainsi dire, aujourd'hui équilibre

Digitized by Google

entre les deux procédés, situation qui peut être représentée par les chiffres suivants :

Bessemer acide.

Fonte : 1 100^{kg} à 65 fr. la tonne	71^{f},50
Frais de conversion	18
Prix de revient du lingot	89^{f},50

Bessemer basique.

Fonte : 1 165^{kg} à 55 fr. la tonne	64^{f},07
Frais de conversion	25
Prix de revient du lingot	89^{f},07

Contrairement à l'évaluation de M. Walrand que nous avons donnée précédemment, les prix de revient, comme on le voit, différeraient très peu et, ajoute M. Valton, « comme il est plus facile de faire du métal convenable pour rails avec la garniture acide que dans l'appareil basique, on conçoit que le fabricant soit disposé dans certains cas à revenir au procédé primitif.

« Mais, lorsqu'il s'agit de faire du métal de qualité douce, susceptible de remplacer le fer dans ses applications habituelles, les procédés basiques s'imposent parce que seuls ils assurent une décarburation complète. C'est le métal ainsi produit, qu'il soit obtenu dans la cornue Bessemer ou sur la sole neutre ou basique d'un four Martin, qui commence à remplacer le fer puddlé et doit s'y substituer tout à fait dans un avenir prochain.

« La base de toute fabrication d'acier est la fonte ou la ferraille ; lorsque cette dernière est abondante et à bon marché dans la localité où est l'usine, le traitement sur sole basique ou neutre, avec une petite quantité de fonte qui peut descendre à 10 p. 100, est tout indiqué. Il peut et il doit s'établir sur ces bases un certain nombre de petites et de moyennes usines qui auront intérêt à transformer immédiatement leurs lingots en produits finis ou demi-finis, en fil, pointes, etc.

Digitized by Google

« Nous avons vu, ces dernières années, s'établir dans le Nord et l'Est quelques grandes usines pour l'exploitation du procédé Thomas en prenant pour base les fontes de la Moselle. Les plus favorisées de ces usines peuvent obtenir à 50 fr. la tonne de fonte Thomas ; elles ont une situation privilégiée par un monopole dans une région parfaitement délimitée. Dans le Centre et le Midi, le prix des fontes est plus élevé ; mais il pourrait être notablement abaissé si, laissant absolument de côté la question de qualité, on voulait ne chercher que le bon marché ; en Belgique on fait aujourd'hui, avec des quantités croissantes de scories dans le lit de fusion, ce qu'on appelle des fontes de crasse à 45 fr. On peut faire la même chose en France, si l'on renonce à transformer directement cette fonte en acier au convertisseur, et utilisant les minerais les moins chers, par exemple les minerais houillers, les scories et résidus de toute sorte, avec du vent très chaud et une marche rapide, on obtiendra presque partout des fontes dont le prix sera compris entre 55 et 65 fr.

« Les Allemands introduisent déjà une faible quantité de scories de forge dans leur fonte Thomas, mais ils sont arrêtés dans cette voie par la nécessité de faire une fonte de composition déterminée.

« Dans la plupart des cas, les fontes ainsi produites, avec l'unique préoccupation du bon marché, seraient impropres à être converties immédiatement en acier dans un convertisseur acide ou basique. Elles sont donc destinées à passer sur la sole neutre ou basique d'un four Martin. Il faut bien reconnaître, cependant, que cet appareil est peu propre à un affinage aussi complet que celui qui est nécessaire dans le cas que nous supposons : *c'est-à-dire absence complète ou presque complète de ferraille.*

« Depuis longtemps, on affine en Angleterre des fontes seules sur la sole d'un four Martin-Siemens, à l'aide de minerais ; ce procédé a l'inconvénient de ralentir la marche du four et de restreindre au moins d'un tiers la capacité

Digitized by Google

de production ; il exige des minerais, ou purs, ou à gangue calcaire qui ne se rencontrent pas partout.

« L'affinage par le vent sur la sole est moins pratique parce qu'il provoque un bouillonnement considérable du bain liquide et des projections sur la voûte et jusque dans les chambres.

« Toutes les difficultés seront résolues si l'on consent à diviser le traitement de cette fonte impure en deux parties et entre deux appareils distincts : dans la première partie, qui se passera dans un appareil du type Bessemer réduit à sa plus simple expression, avec garniture acide en sable siliceux, on enlèvera rapidement, au moyen d'une insufflation d'air, le silicium et le carbone, sinon complètement, au moins dans une très forte proportion, qu'on est d'ailleurs maître de régler à volonté. Cette opération, ne comprenant aucune addition de fonte spéciale, exigeant peu de main-d'œuvre, n'augmentera certainement pas de 10 fr. par tonne le prix de la fonte. Ce métal, complètement ou presque complètement décarburé, étant coulé sur la sole neutre ou basique d'un four Martin, il restera à le purifier au moyen des réactifs connus, et à y faire les additions dosées nécessaires pour l'obtention du métal que l'on a en vue de produire.

« Dans ces conditions, le four Martin produira deux ou trois fois plus que dans le traitement d'une quantité égale de riblons et de fonte, ce qui compense et au delà les dépenses de la première opération.

« On réalisera le maximum d'économie en faisant passer directement la fonte du haut fourneau dans l'appareil de décarburation et de là dans le four, sans refroidissement. »

On voit que le procédé de M. Valton a une grande analogie avec le transvasement de M. Harmet ; la différence consiste en ce que, dans le procédé Harmet, la deuxième partie de l'opération s'effectue dans un appareil Bessemer basique, tandis que M. Valton conseille de la faire sur la sole neutre ou basique d'un four Martin.

Digitized by Google

Nous pensons que M. Valton a raison de préférer le four Martin pour terminer l'épuration.

Dans le même ordre d'idées, M. F. Gautier, d'après une récente publication du *Génie civil* (nos du 4 avril et du 2 mai 1885), affirme que l'on peut obtenir un succès complet en se servant, comme intermédiaire, d'un métal phosphoreux duquel on a préalablement éliminé, au moyen de la cornue Bessemer acide, le carbone et le silicium, et que l'on déphosphore ensuite au four Martin. Mais cet ingénieur pense qu'il convient que le métal phosphoreux soit chargé froid et non pas en fusion, comme l'a conseillé M. Valton; il cite, à ce propos, l'expérience suivante de M. Walrand :

Aux aciéries d'Athus (Belgique), M. Walrand fit traiter, dans un convertisseur Bessemer à garnissage siliceux, de la fonte du Luxembourg ayant près de 2 p. 100 de phosphore. L'opération fut arrêtée au moment où la flamme s'abaissait par suite de l'élimination du carbone, comme dans le procédé acide ordinaire, et le produit fut coulé dans des lingotières. Ce métal était très fluide, ce qu'il faut attribuer à la présence du phosphore.

Voici les résultats de son analyse :

Carbone.	0,05 p. 100.
Silicium.	0,10 —
Soufre	Traces.
Manganèse.	0,02 —
Phosphore	2,10 —

Un certain nombre de lingots de ce métal décarburé furent envoyés à l'usine d'Hennebont pour y être déphosphorés dans un four à sole basique.

La charge fut composée de :

Fonte Thomas (bain initial).	600kg
Lingots de fonte phosphoreuse décarburée au Bessemer acide.	3 800
Rognures de tôles minces.	1 000

On fit les additions de carbonate de chaux nécessaires à

Digitized by Google

la déphosphoration ; la fusion du bain initial ainsi que de la fonte décarburée dura cinq heures. Peu de temps après la fusion, la déphosphoration était complète ; l'acier produit a été trouvé de première qualité aux épreuves à chaud comme aux épreuves à froid.

Le poids de carbonate de chaux employé fut moindre que dans la déphosphoration ordinaire sur sole, ce qui tient à ce que l'on a remplacé une fonte ayant en moyenne 1 p. 100 de silicium par une matière qui en renferme dix fois moins.

C'est à cette faible teneur en silicium qu'est due la possibilité d'éliminer le phosphore d'un bain qui en contient 2 p. 100, tandis que l'on admet généralement que la déphosphoration ne peut se produire facilement sur sole qu'à la condition d'avoir au plus un centième de phosphore.

On comprend en effet qu'avec une fonte presque entièrement débarrassée de silicium, on aura peu de silice produite, par conséquent moins de calcaire à ajouter pour en neutraliser les effets, et que l'acide phosphorique aura toute liberté de se fixer dans les scories.

Il résulte de cette expérience remarquable que la fonte phosphoreuse, décarburée par le traitement au convertisseur acide, et *chargée froide,* se comporte dans le four à sole basique comme de la ferraille, malgré une teneur très élevée en phosphore ; de plus, la déphosphoration n'en est nullement retardée.

M. Gautier ajoute qu'il n'est plus besoin de ferraille pour faire de la déphosphoration sur sole, si l'on a à sa disposition du métal décarburé au Bessemer acide et provenant du traitement de fonte phosphoreuse ; il estime que, de ce fait, la déphosphoration sur sole va regagner la majeure partie de l'infériorité qu'elle avait sur le procédé Thomas, quand on manquait de ferraille à bas prix. Il est plus facile, du reste, et plus économique, dit encore M. Gautier, de produire de la fonte phosphoreuse propre à l'affinage Bessemer, que de fabriquer de la fonte Tho-

Digitized by Google

mas : en effet, avec le minerai argileux de Meurthe-et-Moselle, la fonte de moulage ordinaire est assez chargée en silicium et assez dépourvue de soufre pour constituer une excellente fonte Bessemer, du moment qu'on la traite au convertisseur acide ; la fonte Thomas, au contraire, ne doit pas renfermer plus de 1 p. 100 de silicium, ne peut être que blanche ou truitée, et elle est produite dans le haut fourneau à une allure qui ne permet d'entraîner le soufre, qu'à la condition de faire usage d'une addition toujours coûteuse de minerai manganésé ou de ferro-manganèse.

Ce procédé mixte, qui consiste à décarburer la fonte au Bessemer et à la déphosphorer ensuite sur sole basique, semble donc avoir une très grande importance, si l'on tient compte qu'il y avait, dans le prix des ferrailles et dans la pénurie plus ou moins grande de ces matières, une limite forcée au développement de la fabrication de l'acier sur sole, et que, d'autre part, en France, où nos usines sont généralement mal situées pour s'approvisionner en minerais riches tels que le Bilbao et le Mokta, on ne pouvait guère songer à employer l'*ore process* qui produit au four à sole une tonne d'acier avec une tonne de fonte et 250 kg. de minerai riche et peu siliceux.

M. Gautier dit, enfin, que les usines de l'Est devront sous peu se livrer à la fabrication du métal phosphoreux décarburé au convertisseur acide pour subvenir aux besoins croissants de la déphosphoration sur sole dans les usines qui voudront fabriquer elles-mêmes la qualité de métal qui leur convient.

Digitized by Google

CHAPITRE IV

DÉSULFURATION ET DÉPHOSPHORATION DES FONTES AU CUBILOT, PAR LE PROCÉDÉ ROLLET.

Nous avons dit précédemment (1) que c'est surtout au moyen du haut fourneau qu'il convient de se débarrasser du soufre (2).

Par le puddlage, l'élimination du soufre dans les foyers d'affinage est toujours assez imparfaite ; une partie de ce métalloïde peut cependant être oxydée, tant par l'oxygène de l'air que par l'oxygène contenu dans les composés oxydés du fer, et se dégager à l'état d'acide sulfureux ; une autre partie peut aussi passer dans les scories à l'état de sulfure de calcium, si l'on ajoute au bain métallique un peu de castine ; une troisième partie enfin peut, à une température élevée, se combiner avec l'oxyde de fer et former un oxysulfure liquide. Mais une partie notable du soufre reste toujours dans le métal à l'état de sulfure de fer.

D'après les expériences du colonel Caron, le manganèse métallique facilite beaucoup l'élimination du soufre. Le manganèse paraît, dans cette circonstance, agir comme un intermédiaire permettant au soufre de s'oxyder et de passer à l'état d'acide sulfureux ou à celui d'oxysulfure de manganèse, le soufre ayant plus d'affinité pour le manganèse que pour le fer.

M. Rollet, ingénieur aux aciéries de la marine et des chemins de fer de Saint-Chamond, a présenté au congrès d'Alais de 1882 une note relative à l'*emploi du cubilot comme*

(1) Voir mars 1885, t. XXV, p. 537.

(2) Le soufre disparaît au haut fourneau, à l'état de sulfure de calcium, par l'addition de fonte manganésée, en allure chaude et laitier calcaire, ce qui ne fait qu'augmenter un peu le prix de revient. Le phosphore, au contraire, se concentre dans le produit du haut fourneau ainsi que dans celui du Bessemer acide.

Digitized by Google

appareil épurateur des fontes ; ce procédé est appliqué actuellement, sous la direction de cet ingénieur, aux usines de Givors (appartenant à la même compagnie que celles de Saint-Chamond).

Il consiste à fondre, dans un cubilot, des fontes d'oxydation facile, c'est-à-dire des fontes blanches, peu siliceuses, peu manganésées, peu carburées et sulfureuses, sous l'action du vent forcé et aussi prolongé que possible par la disposition des tuyères ; le métal est maintenu en présence d'un laitier rendu extra-basique par l'emploi de spath-fluor, et l'opération se fait à une très haute température, autant pour favoriser l'épuration que pour réduire le fer du laitier.

L'opération ne pourrait se faire ni facilement ni économiquement dans un cubilot à garniture ordinaire ou siliceuse ; elle se fait dans de bonnes conditions dans un cubilot à garniture basique ; mais il est préférable de la faire dans un cubilot à enveloppe hydraulique qui limite l'usure de la garniture, laquelle peut alors être composée d'une matière réfractaire quelconque de nature acide ou de nature basique.

La composition de la charge varie suivant que l'on a pour but, ou *la désulfuration seule,* ou *la désulfuration et la déphosphoration simultanément.*

Pour la désulfuration, la composition suivante donne de bons résultats :

Fonte.	1 035 à 1 050^{kg}
Coke à 8 ou 9 p. 100 de cendres. . .	135
Castine	75 à 85
Spath-fluor.	25 à 28 ,

la température du vent étant de 375°.

Pour la désulfuration et la déphosphoration simultanées, la consommation de coke est la même que ci-dessus ; la consommation de castine augmente avec la quantité de phosphore à éliminer ; elle peut aller de 100 à 350 kg. ;

Digitized by Google

celle de spath-fluor varie de 30 à 50 kg.; la pression du vent est rendue aussi forte que possible. La proportion de soufre éliminée est d'autant plus grande que les fontes sont plus sulfureuses.

Pour les fontes renfermant 0,5 p. 100 de soufre, elle atteint 92 à 95 p. 100, et exceptionnellement 98 p. 100; pour les fontes moins sulfureuses, elle est de 85 à 90 p. 100.

La proportion de phosphore éliminée est au minimum de 80 p. 100.

Exemple :

	Avant fusion.	Après fusion.
Carbone	2,550 p. 100.	2,800 p. 100.
Silicium	0,450 —	0,120 —
Manganèse	Traces.	Traces.
Soufre	0,520 —	0,400 —
Phosphore	1,950 —	0,415 —

Les fontes épurées, ou seulement désulfurées, prennent souvent l'aspect cristallin des fontes manganésées, alors même qu'elles ne renferment pas trace de manganèse; cet aspect paraît être dû à une assez forte teneur en carbone, 3 p. 100 environ, unie à une faible teneur en silicium, moins de 0,5 p. 100.

L'élimination du soufre se fait, partie à l'état d'acide sulfureux, et partie à l'état de sulfure métallique.

Le phosphore est éliminé, d'après M. Rollet, à l'état de phosphate de chaux. Pour que la désulfuration ait lieu, la fonte traitée peut être quelconque; mais, pour qu'il y ait déphosphoration, il faut que l'on opère sur de la fonte blanche d'allure froide, et en présence d'un laitier extra-basique ou calcaire.

Par la fusion au cubilot, il se forme d'autant plus d'oxyde de fer que la fonte contient moins de silicium et de manganèse (à égalité de teneur en carbone et autres éléments), puisque l'oxygène, étant absorbé en moins grande quantité par le silicium et le manganèse, exerce

Digitized by Google

son affinité sur les éléments voisins les plus oxydables, dont le fer fait partie.

Cette plus grande quantité d'oxyde de fer formée, dans le cas de la fusion des fontes peu siliceuses et peu manganésées et impures, produira l'oxydation du phosphore en le faisant passer dans le laitier.

On pense, en effet, que le phosphore de la fonte ne s'oxyde pas sous l'influence directe de l'air, mais bien sous l'influence directe de l'oxyde de fer, par une action suroxydante.

La fonte, pendant sa fusion et sur son parcours de haut en bas, soumise à l'action du vent, fournit donc de l'oxyde de fer qui réagit sur le phosphore en donnant du phosphate de fer; ce dernier, d'après M. Rollet, se transforme en phosphate de chaux ; l'oxyde de fer devenu libre, échappant par son mouvement et par sa descente à l'action de l'air, est réduit par le coke si la température est suffisamment élevée; ce qui expliquerait ce fait, que des laitiers de cubilot qui renferment jusqu'à 10 p. 100 d'acide phosphorique provenant du phosphore de la fonte, ne renferment cependant que 1 à 3 p. 100 d'oxyde de fer [1].

Quoi qu'il en soit, l'expérience démontre que l'épuration a lieu, et c'est là l'important; et la réussite est d'autant plus complète qu'on favorise mieux la formation d'oxyde de fer, en prolongeant l'action du vent ou en disposant des tuyères suivant plusieurs hauteurs dans le cubilot, comme on a fait à Givors, où la fonte est soumise à l'action du vent de quatre tuyères placées à quatre hauteurs différentes.

Par leur composition, les fontes désulfurées paraissent identiques aux fontes au bois qui proviendraient des mêmes minerais : même teneur en soufre et même teneur en silicium, avec cette différence cependant qu'elles sont

[1] M. Rollet admet aussi, du reste, qu'au Bessemer basique la même réaction a lieu et que le phosphore est éliminé à l'état de phosphate de chaux et non à l'état de phosphate de fer. Cette opinion a été, ainsi que nous l'avons vu, combattue par M. Pourcel.

Digitized by Google

moins phosphoreuses, puisque les fontes au bois perdent encore un peu de phosphore dans la désulfuration. Au puddlage, elles se traitent d'après les mêmes caractères et elles donnent des aciers et des fers moins phosphoreux ; d'ailleurs, les essais faits sur ces fers et sur ces aciers ont répondu, dit-on, à leur composition chimique.

Par leurs faibles teneurs en carbone, silicium et manganèse, les fontes désulfurées et déphosphorées au cubilot, indépendamment de l'usage que l'on pourra en faire au puddlage, pourront en outre entrer en très grande quantité, comme fonte initiale, dans la fabrication des aciers fondus sur sole.

Rien ne s'opposerait, en outre, dans une grande fabrication, à ce qu'elles fussent transvasées directement du cubilot dans le four à acier, ce qui diminuerait considérablement les frais de transformation.

D'après M. Rollet, le procédé de désulfuration est appliqué par les aciers de Saint-Chamond à la préparation des fontes pour acier à canon et à frettes.

Disons, pour terminer, que le procédé Rollet est une simple amélioration des fontes, lesquelles doivent toujours subir un nouveau travail avant d'être transformées en fer ou en acier ; tandis que la déphosphoration Thomas-Gilchrist et la déphosphoration sur sole donnent directement l'acier déphosphoré et suffisamment désulfuré, à la condition que la désulfuration ait été préalablement faite au haut fourneau.

Conclusion : Emploi des aciers déphosphorés dans l'artillerie.

Nous avons montré qu'au convertisseur, comme au four Martin-Siemens, les procédés basiques tiennent aujourd'hui une grande place dans la production du métal fondu ; que les règles qu'ils emploient sont sûres et qu'elles con-

Digitized by Google

duisent à un produit de qualité généralement bonne répondant à tous les besoins.

Quant au prix de revient, nous pensons qu'il est très variable suivant la position et les ressources particulières des usines.

1° Pour l'acier obtenu au convertisseur basique (acier pour rails), ce prix est, d'après M. Walrand, de 95 fr. environ les 1 000 kg.; tandis que, pour les *lingots* du même acier obtenus au Bessemer acide, il serait de 125 fr. (Le laminage augmente ces prix de 30 fr. par tonne.)

2° D'autre part, d'après M. Valton, les lingots d'acier provenant du four Martin-Siemens basique seraient d'un prix peu supérieur à celui des lingots correspondants fabriqués au convertisseur basique (95 fr.). Mais, d'après les renseignements qui nous ont été donnés au Creusot, il paraîtrait que, lorsqu'il s'agit d'aciers doux de bonne qualité, tels que ceux que demande l'artillerie, il faudrait renoncer aux procédés basiques et s'en tenir à la préparation ordinaire, sur sole acide, qui permettrait de livrer à 5 fr. meilleur marché par 100 kg.

Il est fort difficile, du reste, d'obtenir des usines communication de ces prix de revient, et il est permis d'avoir quelques doutes au sujet des renseignements ci-dessus.

L'artillerie n'a pas encore officiellement adopté les aciers déphosphorés ; cependant tout porte à croire que, comme tous les autres services, elle sera bientôt amenée à en faire usage, et en particulier, de l'acier extra-doux ou fer fondu, qui remplacera probablement bientôt le fer puddlé ; en effet, la résistance de ce nouveau métal est voisine de 35 kg. et l'allongement ($A_{200} = 34$ p. 100 environ) atteint des proportions inconnues jusqu'à ce jour.

Les aciéries de Longwy préparent au Bessemer du fer fondu déphosphoré ; les lingots sont transformés en fer marchand à l'usine de Flize, près Charleville ; la sous-inspection des forges du Nord a expédié et fait essayer ces

Digitized by Google

fers dans divers arsenaux et notamment à Bourges, comparativement avec les fers au bois.

Le résultat de ces essais a été que le fer fondu déphosphoré soumis aux épreuves se travaille avec la même facilité que le fer au bois, mais qu'il se soude mal, et qu'il ne peut être employé avec avantage que pour les ferrures de l'artillerie qui n'exigent pas de soudure.

Ce fer coûtait, il y a un an, 28 fr. les 100 kg., tandis que les forges du Nord payent le fer au bois de 42 à 44 fr. les 100 kg.

Les difficultés de soudure que l'on a reprochées à l'acier déphosphoré disparaissent lorsque les ouvriers qui travaillent le métal ont une expérience suffisante du nouveau produit qu'ils sont appelés à forger. Il y a là un tour de main que l'on acquiert, dit-on, après des essais suffisants; ce fait a été constaté aux usines russes d'Alexandrosvk.

Note.

La découverte de la déphosphoration dans le convertisseur Bessemer, qui a produit un si grand bouleversement dans la métallurgie, a mis en relief deux personnes : en première ligne, Sydney Gilchrist Thomas, métallurgiste amateur, puis son cousin Percy-Gilchrist, chimiste aux usines de Blaenavon.

Sydney Gilchrist Thomas est mort à Paris, le 1er février 1885, après n'avoir joui que bien peu de temps de la récompense de ses travaux.

Il était entré à 17 ans au service civil d'un ministère anglais; bien que ses occupations fussent liées à des questions de droit, ses prédilections n'étaient certainement pas pour l'étude des lois, et se tournaient plus particulièrement du côté de la chimie et de la métallurgie. Il s'était construit chez lui un petit laboratoire, dans lequel il a fait ses premiers essais; il pensait, comme le professeur Gruner, que le garnissage acide du convertisseur était le grand obstacle à la déphosphoration; de là au garnissage basique il n'y avait qu'un pas.

Thomas, de son bureau, dressa un plan systématique des expé-

Digitized by Google

riences à exécuter; il entretenait une correspondance suivie avec son cousin; de plus, il travaillait de son côté, lui communiquant ses résultats.

Une publication de Thomas, donnant les détails du procédé, fut présentée à la réunion de l'*Iron and steel institute* à Paris, en septembre 1878, mais on y attacha si peu d'importance que la lecture en fut différée jusqu'en mai 1879.

Depuis lors, le procédé s'est répandu en Europe et en Amérique. L'année 1884 a pu produire 864 000 tonnes du nouveau métal.

Cette découverte, que l'avenir seul permettra d'apprécier, contribuera peut-être à ruiner certaines usines françaises; elle ne peut guère être utile qu'à celles établies dans l'Est; les revenus qu'en a retirés l'Angleterre sont jusqu'ici peu importants; elle est, au contraire, très avantageuse pour l'Allemagne; mais, bien qu'elle soit plus profitable à nos voisins qu'à nous-mêmes, elle n'en constitue pas moins un grand progrès scientifique et industriel.

Vulgarisateur de la fabrication d'aciers de bonne qualité au moyen de matières communes, Sydney Gilchrist Thomas doit être mis au rang des métallurgistes célèbres, à côté des Bessemer et des Siemens.

A. Aubanel,
Capitaine d'artillerie.

Digitized by Google

ÉTUDE

SUR LES

LOIS DE LA RÉSISTANCE DE L'AIR

Cette étude est divisée en deux parties principales : la première a pour objet la discussion des expériences les plus récentes exécutées en Allemagne, et l'établissement d'une formule pour en représenter les résultats.

Dans la deuxième, on a déduit de cette formule les diverses expressions analytiques des éléments de trajectoire (ordonnée, vitesse, etc.), et fait des applications numériques.

Enfin, en terminant, on a signalé l'utilité qu'il y aurait à exécuter quelques tirs aux vitesses pour résoudre certaines questions sur la résistance de l'air restant encore douteuses aujourd'hui.

PREMIÈRE PARTIE.

RECHERCHE DE LA LOI DE RÉSISTANCE.

Dans un travail publié antérieurement [1], j'ai fait remarquer que les lois admises jusqu'à ce jour au sujet de la résistance opposée par l'air au mouvement des corps qui y sont plongés étaient purement empiriques, et qu'il y aurait le plus grand intérêt à chercher s'il ne serait pas possible d'y substituer des lois se rattachant à un principe théorique, ainsi que l'on s'efforce d'ailleurs de le faire

[1] *Journal de mathématiques pures et appliquées*. Année 1833, p. 147.

Digitized by Google

dans toutes les questions de physique ou de mécanique appliquée.

D'après cela, développant une idée énoncée jadis par Athanase Dupré, je recherchai si les lois de l'écoulement des gaz ne pouvaient pas donner la solution de la question, et, après quelques études préliminaires, j'adoptai la formule de Navier, qui suppose que la masse gazeuse circulant autour du projectile reste sensiblement à la même température pendant son trajet le long de l'ogive (transformation isotherme).

En étudiant, d'après cette formule, quelle devait être la pression exercée sur la partie antérieure du projectile en mouvement, supposé couché sur la tangente à la trajectoire (ce qui est suffisamment exact lorsque la vitesse est considérable), je suis parvenu à une intégrale définie qui pouvait se calculer numériquement et dans laquelle figuraient comme éléments, avec le carré de la vitesse, le rayon R et l'amplitude γ [1] de l'arc de cercle qui, par sa révolution autour de l'axe, engendre l'ogive du projectile.

Cette formule est la suivante :

$$P' = 2\pi R^2 p_0 \left\{ \frac{\sin^2\gamma}{2} F_1 (bv^2 \sin^2\gamma) - \frac{\sqrt{\pi}}{2} \frac{e^{bv^2}}{v\sqrt{b}} \cos\gamma \left[\Pi(v\sqrt{b}) - \Pi(v\sqrt{b}\cos\gamma) \right] \right\},$$

en appelant :

P' la pression antérieure ;

R le rayon, γ l'amplitude } de l'arc générateur de l'ogive ;

p_0 la pression atmosphérique ;

v la vitesse du mobile ;

b le paramètre d'écoulement qui figure dans la formule de Navier et dont la valeur est $\frac{\delta}{2gp_0}$, δ étant le poids de l'unité de volume du gaz dans les conditions de l'expérience ;

[1] Désignée par θ dans le mémoire précité.

Digitized by Google

enfin les fonctions F_1 et Π étant définies comme il suit :

$$F_1(z) = \frac{e^z - 1}{z},$$

$$\Pi(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-t^2} dt,$$

fonctions dont il existe des tables numériques [1].

Sous cette forme, il était impossible d'introduire dans les recherches analytiques la valeur de cette pression antérieure; mais, en faisant l'évaluation numérique, on constate que l'on peut, pour des vitesses comprises entre 150 et 700 mètres, ce qui est le cas de la pratique, y substituer sans erreur sensible l'expression :

$$p' = p_0 S e^{b'v^2},$$

en désignant par S la section droite du projectile et par b' un nouveau paramètre. Ce paramètre peut se calculer numériquement d'après la formule réelle, mais on peut également poser en première et suffisante approximation :

$$b' = b \times \frac{3 - 2\cos\gamma - \cos^2\gamma}{6},$$

que nous écrirons : $b' = b\beta'$,

$$\text{avec } \beta' = \frac{3 - 2\cos\gamma - \cos^2\gamma}{6}.$$

Cela posé, pour représenter la pression arrière, qu'il n'était pas possible d'apprécier théoriquement, on avait, par analogie avec la formule de Navier, adopté dans le travail précité la valeur :

$$p'' = p_0 S e^{-b''v^2},$$

en admettant que le paramètre b'' pourrait être considéré comme constant au même degré que b', de telle sorte que la résistance de l'air, différence des pressions antérieure et postérieure, avait pour valeur :

$$\rho = p_0 S \left(e^{b'v^2} - e^{-b''v^2}\right).$$

---

[1] Traités des généraux Mayevski et Didion, pour $F_1(z)$. *Aide-mémoire d'artillerie*, chap. XV, pour $\Pi(z)$.

Digitized by Google

En partant de cette expression, on avait calculé les formules relatives au mouvement d'un projectile et à la détermination de tous les éléments (inclinaison, vitesse, etc.) correspondants.

Mais les applications ont montré que ces formules ne convenaient que dans le cas des vitesses moindres que 300 mètres. Lorsque l'on considère des vitesses supérieures on arrive, il est vrai, à déterminer le paramètre b'' de façon à reproduire les tables de tir, mais à la condition d'adopter diverses valeurs pour ce paramètre selon les valeurs de la vitesse initiale ou plutôt de la vitesse moyenne du projectile pendant son trajet dans l'air. Cette méthode n'étant pas sans inconvénients, il convenait d'essayer à nouveau d'obtenir une formule continue; on a donc repris l'examen des expériences les plus récentes exécutées en Allemagne au polygone de Meppen (usines Krupp).

Ces résultats ont été formulés en une table empirique par l'usine elle-même; ils ont, de plus, été coordonnés et réduits en formules par le général Mayevski (1) d'abord, et plus récemment par le colonel Hojel, de l'artillerie hollandaise (2); les travaux de ce dernier officier ont servi de base expérimentale aux recherches qui vont être développées.

Les projectiles étudiés, des calibres les plus divers, étaient sensiblement du même type: longueur voisine de 3 calibres, rayon de l'ogive 2 calibres et hauteur $1^{cal},3$ environ, ce qui correspond à un arc générateur γ de 41°.

M. le général Mayevski a adopté, pour représenter la résistance, des expressions exponentielles de la forme:

$$\rho = A r^2 v^n,$$

r étant le rayon du projectile, A et n deux constantes calculées d'après les résultats d'expérience et dont voici les valeurs:

(1) Voir *Revue d'artillerie*, avril 1883, t. XXII, p. 89.
(2) Voir *Revue d'artillerie*, juin 1884, t. XXIV, p. 262.

Digitized by Google

de 700^m à 419^m, $A = 0{,}0394$, $n = 2$,
— 419 — 375, $A = 0{,}0^{\prime}94$, $n = 3$,
— 375 — 295, $A = 0{,}0^{\circ}67$, $n = 5$,
— 295 — 240, $A = 0{,}0^{\prime}583$, $n = 3$,
— 240 — 0, $A = 0{,}014$, $n = 2$.

M. Hojel procède de la manière suivante:

Il adopte, comme type de formule de résistance, l'expression :

$$\rho = v \frac{r^2}{g} F(v),$$

r étant le rayon du projectile, v la vitesse, g l'accélération de la pesanteur, et se propose de rechercher la valeur de $F(v)$.

A cet effet, il calcule cette valeur pour chacun des 137 résultats moyens d'expérience qu'il envisage et la reporte sur un tracé graphique ; puis, d'après l'inspection de ce tracé, il cherche à calculer la valeur la plus probable de $F(v)$ pour des valeurs de v groupées de 50 en 50 mètres depuis 150 jusqu'à 650 mètres.

Ainsi la valeur de $F(v)$, pour $v = 150^m$, a été déduite de six observations moyennes comprises entre $v = 138^m$ et $v = 174^m$, et compensées par la méthode des moindres carrés. De même $F(v)$, pour $v = 300^m$, provient de onze observations, comprises entre 262 mètres et 335 mètres, etc. La valeur pour $v = 600^m$ nous paraît toutefois discutable, car elle est déduite de quatre observations seulement et comprises entre 619 mètres et 630 mètres, c'est-à-dire entre des limites ne renfermant pas 600 mètres.

Le tableau ci-après montre les valeurs de $F(v)$ ainsi obtenues, que l'on peut par suite considérer comme résultats d'expérience.

TABLEAU.

Digitized by Google

VALEURS de v.	NOMBRE de points compensés.	VITESSES extrêmes.	F (v).	OBSERVATIONS.
m.		m.		
150	4	138	74	
200	9	174	80	
250	19	230	142	
300	11	262	183	
350	28	335	341	
400	10	373	475	
450	22	438	560	
500	16	476	617	
550	7	526	662	
600	4	619	751	Douteux.
650	5	630	762	
		660		

Dans une discussion de ces résultats [1], M. Siacci a fait remarquer que la valeur de F(v) pour $v = 200^m$ était vraisemblablement anormale; nous faisons une réserve analogue pour la valeur 751 de F (*600*), tant à cause des limites qui ont servi à la déterminer, ainsi qu'il a été dit plus haut, que de sa valeur évidemmont trop forte.

Après avoir essayé divers systèmes de compensations graphiques, M. Hojel s'est finalement arrêté aux formules suivantes, exponentielles comme celles du général Mayevski, mais à exposants fractionnaires.

$F(v) = 2{,}1868$	$v^{0,91}$,	de $v = 700^m$	à $v = 500^m$
$F(v) = 0{,}29932$	$v^{1,23}$,	— 500	— 400
$F(v) = 0{,}0'205524$	$v^{2,83}$,	— 400	— 350
$F(v) = 0{,}0'21692$	v^4,	— 350	— 300
$F(v) = 0{,}033814$	$v^{1,5}$,	— 300	— 140

M. Siacci représente les mêmes résultats par une formule unique de la forme :

$$F(v) = v\left\{0{,}84 + \frac{0{,}4}{90}\,\text{arc tg}\,\frac{\pi}{0{,}8}\,(0{,}0'21692\,v^3 - 0{,}84)\right\}.$$

[1] *Rivista di Artiglieria e Genio*. Février 1884, p. 323.

Digitized by Google

Cette formule ne se prête évidemment pas aux recherches analytiques. Les formules monômes de MM. Mayevski et Hojel sont plus maniables, et permettent même de ramener aux quadratures la détermination de tous les éléments ; mais cette exactitude est illusoire, vu la complication des termes à intégrer ainsi, et de plus la variation fréquente des valeurs de $F(v)$ ne permet pas d'en déduire un système d'équations balistiques dès que v varie quelque peu ; enfin elles ne sont que purement empiriques.

De l'avis de tous les physiciens qui se sont occupés de traiter la question, *la loi de résistance de l'air éprouve une variation* brusque aux environs de 330 mètres. On a donc été conduit à disjoindre les résultats expérimentaux en ce point.

Ainsi que nous l'avons énoncé au début, nous représenterons la résistance par une différence $p' - p''$ entre les pressions antérieure et postérieure, en calculant théoriquement la pression p' et nous réservant de demander à l'expérience la loi des pressions p''.

On calcule p', pour les projectiles Krupp qui ont servi aux essais résumés par M. Hojel (angle ogival $\gamma = 41°$), à l'aide des formules théoriques énoncées plus haut. D'autre part, en rapprochant les équations de définition de M. Hojel et les nôtres, on est conduit à écrire :

$$\frac{r^2}{g} v F(v) = S(p' - p'') = \pi r^2 p_0 \left(\frac{p' - p''}{p_0}\right),$$

d'où :

$$\frac{p'}{p_0} - \frac{p''}{p_0} = \frac{1}{\pi g p_0} v F(v),$$

ce qui donne $\frac{p''}{p_0}$, puisque p' est connu.

Le tableau ci-après renferme les valeurs de $\frac{p''}{p_0}$ obtenues en donnant à $F(v)$, dans l'équation ci-dessus, les valeurs calculées directement d'après l'expérience.

TABLEAU.

Digitized by Google

v.	$F(v)$.	$\frac{p''}{p_0}$	NOMBRE de points compensés.	OBSERVATIONS.
m.				
350	341	0,749	28	
400	475	0,562	10	
450	560	0,414	22	
500	617	0,288	16	
550	632	0,193	7	
600	751	0,013	4	
650	762	—0,005	5	

Les quatre premiers nombres, et le cinquième à la rigueur, sont déduits d'un nombre de points suffisant. Pour les deux autres, ils présentent une moindre certitude : d'ailleurs, le point 600 mètres est à récuser pour les motifs indiqués plus haut. A 650 mètres, la valeur trouvée est inadmissible, mais ne diffère évidemment de zéro que d'une quantité inférieure aux erreurs d'expériences. Nous dirons donc :

Aux environs et au-dessus de 650 mètres, il semble que la pression arrière soit nulle, une vitesse aussi considérable ne permettant sans doute pas à l'air de se répandre d'une façon efficace à l'arrière du projectile ; mais les expériences ne sont pas assez nombreuses ni assez concluantes pour permettre d'énoncer une loi formelle à ce sujet.

De 550 mètres à 350 mètres, au contraire, on peut parfaitement chercher à déterminer p'', ce que l'on a fait comme il suit.

La valeur de p' étant mise sous la forme $p_0 e^{b'v^2}$, la nécessité s'imposait analytiquement de mettre p'' sous une forme analogue, pour pouvoir soumettre au calcul les résultats obtenus.

On a donc écrit :

$$p'' = p_0 e^{\varphi(v^2)},$$

se réservant de développer $\varphi(v^2)$ sous la forme :

$$\varphi(v^2) = A + Bv^2 + Cv^4 + \ldots,$$

et l'on a employé pour l'étude de ce développement la

Digitized by Google

méthode progressive des moindres carrés préconisée par M. Tchebycheff[1].

On a été ainsi conduit à écrire :

$$\varphi(v^2) = 0{,}6320 - 1{,}8788 \times \left(\frac{v}{500}\right)^2,$$

ou :

$$\varphi(v^2) = 0{,}6320 - 0{,}0^2 75152\, v^2.$$

Le tableau ci-dessous donne les résultats de l'emploi de cette formule comparée aux autres formules admises : on y verra qu'au point de vue expérimental, la fonction F(v) est serrée de plus près que par aucune des méthodes préconisées jusqu'à ce jour dans les limites considérées.

Tableau des valeurs de F (v).

v.	EXPÉRIENCES	FORMULES Hojel.	FORMULES Siacci.	FORMULES Mayevski.	TABLES Krupp.	FORMULE exponentielle.	NOMBRE de points compensés.	OBSERVATIONS.
m.								
350	341	325	340	310	307	339	28	
400	475	475	472	463	457	472	10	
450	560	549	551	516	538	562	22	
500	617	625	616	607	602	618	16	
550	662	681	678	668	665	662	7	

Tableau des écarts entre les valeurs expérimentales et calculées de F (v).

v.	EXPÉRIENCES	HOJEL.	SIACCI.	MAYEVSKI.	KRUPP.	FORMULE exponentielle.	NOMBRE de points compensés.	OBSERVATIONS.
m.								
350	»	— 16	— 1	— 31	— 32	— 2	28	
400	»	0	— 3	— 12	— 18	— 3	10	
450	»	— 11	— 9	— 14	— 22	+ 2	22	
500	»	+ 8	— 1	— 10	— 15	+ 1	16	
550	»	+ 19	+ 16	+ 6	+ 3	0	7	

[1] Dans cette méthode, la fonction à représenter $\varphi(x)$ se met sous la forme :

$$\varphi(x) = k_0\, \varphi_0(x) + k_1\, \varphi_1(x) + \ldots + k_n\, \varphi_n(x),$$

$\varphi(x)$ étant une fonction de x du degré n et les termes de chaque fonction φ se déduisant des termes précédemment calculés, tandis que, dans la méthode ordinaire des moindres carrés, les formules doivent être écrites *à priori* avec le nombre de termes qu'on veut calculer, et si le résultat est insuffisant, s'il est nécessaire d'employer un nombre de termes supérieur, tout le travail déjà fait ne sert de rien.

Digitized by Google

On voit que la formule exponentielle donne des écarts moindres que les autres, comme nous l'avions annoncé, et que l'on peut dire comme conclusion :

Au-dessus de 600 *mètres, il semble que l'on doive considérer la pression arrière comme nulle, et la pression avant comme représentée par :*

$$p' = p_0 e^{b'v^2},$$

où $$b' = b\beta' \text{ et } \beta' = \frac{3 - 2\cos\gamma - \cos^2\gamma}{6}.$$

Au-dessous de 600 *mètres et jusqu'à* 350 *mètres environ, la résistance est de la forme* S $(p' - p'')$, p' ayant la même valeur que ci-dessus, et p'' étant donné par :

$$p'' = p_0 e^{a - b''v^2},$$

$$\text{où } a = 0{,}6320 \text{ et } b'' = 0{,}0^{\text{e}}75152.$$

Si l'on pose, par analogie avec la formule de p', $b'' = b\beta''$, il vient :

$$\beta'' = 1{,}2466,$$

d'où :

$$p'' = p_0 e^{0{,}632 - 1{,}2466\, bv^2}.$$

Dans la pratique, on peut prendre les valeurs plus simples et faciles à retenir :

$$a = 0{,}64, \qquad \beta'' = 1{,}25, \qquad p'' = p_0 e^{0{,}64 - 1{,}25\, bv^2}.$$

Il reste maintenant à introduire cette expression de résistance dans les équations balistiques, pour en déduire des formules permettant de calculer les divers éléments de trajectoire, et dont on vérifiera l'accord avec l'expérience. C'est ce qui sera fait dans la deuxième partie.

E. Vallier,
Capitaine d'artillerie.

(*A suivre.*)

Digitized by Google

DE

L'INSTRUCTION A CHEVAL

DANS LES

RÉGIMENTS D'ARTILLERIE DE CAMPAGNE

[*Fin* (1).]

PROJET D'INSTRUCTION A CHEVAL.

L'instruction à cheval comprend les exercices nécessaires au dressage préalable de l'homme de recrue avant son admission à l'École de section, ainsi que quelques exercices destinés à compléter l'instruction des anciens soldats et des cadres.

Instruction des recrues.

But et marche de l'instruction.

Pour déterminer la marche du dressage préalable qui constitue l'instruction à cheval de l'homme de recrue, il faut connaître les exigences de l'École de section. On peut, sans entrer dans les détails d'une étude qui touche à l'instruction d'artillerie, résumer ainsi ces exigences :

Un bon conducteur doit être habile à tous les mouvements de conduite des voitures et en particulier à ceux de conduite des avant-trains. Il doit savoir:

Apprécier et conserver un intervalle donné dans les marches en bataille et dans les mises en batterie [ceci résulte de la formation proposée pour l'école de section au cours de l'étude des règlements (2)].

(1) Voir *Revue d'artillerie*, mai 1885 t. XXVI, p. 105.
(2) Voir p. 128.

Digitized by Google

Conserver sa distance dans les marches en colonne.

Posséder assez de calme aux allures vives pour que les mises en batterie puissent se faire à ces allures sans que le bon ordre ni l'alignement en souffrent.

Les manœuvres à feu du camp de Châlons, en 1884, ont appelé l'attention sur l'importance de ces prescriptions, dont l'observation dépend de deux points principaux :

L'*emploi d'allures réglées ;*

La *conservation, en marche, d'une direction donnée.*

Direction, allures, telles sont donc les idées que les méthodes d'enseignement adoptées pour l'instruction à cheval devront mettre en lumière sans cesser de se prêter aux détails de cette instruction.

Pour obtenir ce résultat, l'instruction à cheval comporte deux genres d'exercices différents :

Le travail sur les carrés ;

Le travail d'allures.

Travail sur les carrés. — Quels que soient les éléments considérés, chevaux, attelages ou voitures, le travail sur les carrés, tel que l'a conçu le Règlement de 1875 sur les exercices de la cavalerie, résout la première partie du problème. Il a pour but d'enseigner aux conducteurs tous les mouvements nécessaires à leur instruction individuelle.

Travail d'allures. — Le travail d'allures répond à la deuxième partie du problème. Il a pour but de rompre les conducteurs à la pratique des allures réglementaires ; accessoirement, il éprouve leur solidité par l'emploi fréquent des allures vives en tous terrains et prépare au travail d'ensemble par l'adoption d'un dispositif qui assujettit les conducteurs à se mouvoir derrière un guide en conservant des distances et des intervalles donnés.

Les éléments qui constituaient le carré se réunissent sur plusieurs rangs derrière un guide, les intervalles et les distances variant au gré de l'instructeur, mais gar-

Digitized by Google

dant une valeur telle que la surveillance de l'exécution individuelle reste toujours facile. Quelle que soit la nature des éléments qui le composent, chevaux, attelages ou voitures, ce dispositif se déplace dans toute l'étendue du terrain disponible en exécutant de longues marches aux allures réglementaires. La *marche* est assurée dans chaque rang par un homme du centre et deux hommes des ailes. L'homme du centre reçoit du guide ou de l'homme du centre du rang précédent la direction, et est responsable de la distance; les hommes des ailes se maintiennent à sa hauteur avec l'intervalle convenable. Le rang s'établit entre ces éléments. Les intervalles se prennent à partir du centre (1). Un demi-tour individuel par élément permet de faire rapidement face en arrière: les intervalles donnés doivent être assez grands pour rendre possible ce demi-tour; une formation *à volonté*, suivie d'un *ralliement*, facilite le passage en tous terrains.

L'instruction ne se borne pas au réglage des allures réglementaires; elle comprend encore l'emploi fréquent des allures allongées et la répétition, dans le dispositif indiqué, des mouvements appris sur les carrés, en convenant que la place de l'instructeur détermine le côté vers lequel ils s'exécutent. Cette répétition permet d'apporter de la variété tout en revenant sur l'instruction individuelle. L'ensemble résulte de l'*exécution individuelle correcte* des mouvements commandés. Pour qu'il n'y ait pas de doute à cet égard, il est admis que l'alignement se perd

(1) Le nombre des lignes et leur étendue ne sont jamais considérables (il faut d'ailleurs, pour la commodité de la surveillance, réduire la profondeur, au risque de s'étendre); on peut admettre que le nombre moyen des conducteurs à instruire ne dépasse guère 24 par batterie, et que chaque batterie peut fournir 2 instructeurs, 1 sous-officier et 1 brigadier. Tant que les hommes de recrue montent à un cheval, ils sont répartis en deux carrés de 12. Au travail d'allures, le plus adroit devient guide; les autres se placent sur deux lignes avec un front maximum de 6. En admettant que l'intervalle entre deux éléments aille jusqu'à 5 mètres, ce qui est beaucoup, le front résultant n'a que 25 mètres d'étendue. — Les deux carrés sont réunis pour la conduite des voitures; à ce moment l'effectif est amoindri des candidats du peloton d'instruction et suffit à peine à atteler 6 voitures. Au travail d'allures, le brigadier sous-instructeur devient guide. Les voitures s'établissent sur deux lignes à trois de front avec un intervalle de 12 mètres et l'étendue du front est encore bornée à 25 mètres.

Digitized by Google

pendant l'exécution des mouvements. Le groupe ne reprend une formation régulière derrière le guide que le mouvement terminé. L'essentiel est d'obtenir que cette rectification se fasse sans retard.

Allures. — Les allures employées au travail sur les carrés et au travail d'allures sont le pas, le trot, le galop.

Le galop employé sur les carrés est un galop ralenti qui n'a d'usage que pour l'enseignement de l'équitation.

Le galop employé au travail d'allures s'obtient par allongement du trot d'une manière analogue au galop de manœuvre du Règlement sur l'instruction à cheval.

Les vitesses d'allure sont déterminées d'après les besoins de l'artillerie.

Les dimensions des carrés sont en rapport simple avec ces vitesses.

Les principes relatifs aux allures sont ceux du Règlement sur l'instruction à cheval.

Commandements. — C'est aussi à ce règlement que sont empruntés les commandements dont il est fait usage au travail sur les carrés et au travail d'allures. Ainsi, pour la conduite des voitures, l'instructeur commande : *marchez, arrêtez, marchez au trot, volte,* etc. Les commandements qu'il est nécessaire d'ajouter pour les mouvements spéciaux à cette École sont de forme analogue aux précédents. Ex. : *demi-tour à gauche.*

Importance relative du travail sur les carrés et du travail d'allures. — Le travail sur les carrés et le travail d'allures ont une importance variable suivant le degré d'avancement de l'instruction. Au début, le travail sur les carrés est seul en usage. Dès que l'homme est suffisamment préparé, le travail d'allures commence ; il prend chaque jour plus d'importance jusqu'à devenir prépondérant à la fin de chaque branche de l'instruction. Le travail sur les carrés reste

Digitized by Google

alors comme un moyen de contrôle de l'instruction individuelle, sur laquelle il est toujours urgent de revenir pendant toute la durée de l'instruction.

C'est pendant le travail d'allures que les prescriptions relatives à l'emploi du cheval doivent être, de la part des instructeurs, l'objet d'un enseignement constant. La souplesse de la formation permet de la mener en tous terrains et de rechercher les parties accidentées qu'il est rare de ne pas trouver dans un champ de manœuvres.

L'instructeur doit varier la leçon à l'infini en passant de cette formation, suivant les besoins, à la marche en colonne par un ou par deux, à la marche circulaire; et cela sur de simples indications. La formation n'a de rigueur que pour les marches en ligne droite et le réglage des allures prolongées; en dehors de cet exercice capital, elle se prête à toutes les fantaisies de l'instructeur.

Division de l'instruction. — Telle est dans son ensemble l'instruction à cheval. Sauf le travail d'allures, destiné à remplacer les exercices complexes conçus dans un but analogue par le Règlement de 1876, c'est à ce règlement qu'elle emprunte ses principes et ses procédés d'instruction.

Il reste à exposer brièvement comment ceux-ci cadrent avec les détails. Les énoncés sommaires des mouvements et des progressions adoptés qui vont suivre ont leur explication détaillée dans la première partie de cette étude.

L'Instruction à cheval se divise en deux parties : l'*École à cheval* et l'*École de conduite des voitures,* soumises l'une et l'autre aux règles d'enseignement qui viennent d'être exposées.

En outre, quels que soient les éléments employés, les conducteurs sont habitués, dès le début :

A se former au rang avec un intervalle donné (au moins deux pas) derrière l'instructeur, ou un guide, placé d'une façon quelconque, au commandement : *au rang ;*

Digitized by Google

A se grouper en colonne par un ou par deux derrière un guide au commandement : *par un*, ou *par deux, derrière un tel.*

Les rassemblements, les déplacements, les dislocations se font au moyen de ces deux formations, le rang ou la colonne suivant le guide.

Les mesures de longueur sont exprimées en pas réglementaires pour faciliter le tracé des figures sur le terrain.

Les cercles sont donnés par leurs rayons.

École à cheval.

L'École à cheval a pour but de mettre les conducteurs en état d'aborder le plus tôt possible la conduite des voitures en leur donnant la solidité et la hardiesse nécessaires en même temps qu'une connaissance parfaite des allures réglementaires.

Elle comprend trois parties :

Le travail préparatoire ;

Le travail en bridon ;

Le travail en bride.

Pendant presque toute la durée de cette école, les selles ne portent pas de sacoches ; à la fin de l'instruction, elles sont paquetées et chargées et les hommes viennent en armes.

Travail préparatoire. — Le travail préparatoire comprend, en plus des exercices prescrits par le Règlement de 1876, le travail à la longe, quelques assouplissements nouveaux et des modifications de détail dans l'exécution des assouplissements existants (1).

Travail en bridon. — Le travail en bridon comprend :

L'usage et les effets des aides ;

Les mouvements dans le carré au pas et au trot ;

---

(1) Voir p. 111

Digitized by Google

Les allongements et ralentissements d'allure;

La marche circulaire au galop par allongement du trot;

Le demi-tour sur place;

Le départ au galop étant au trot;

L'usage de l'éperon;

L'usage de l'étrier;

Le travail en sens inverse;

La marche au galop (travail d'allures);

Le saut et les passages d'obstacles.

Les modifications principales se résument de la façon suivante (1):

Suppression des demi-tours sur les épaules et sur les hanches;

Adoption d'un demi-tour sur place;

Suppression des appuyer et des départs au galop étant au pas et à l'arrêt;

Adoption d'un départ au galop, étant au trot, qui n'est qu'une conséquence de la marche circulaire au galop par allongement du trot;

Modification de la leçon de l'éperon.

Travail en bride. — Le travail en bride comprend:

La tenue des rênes;

L'usage et l'effet de la bride et du filet;

La répétition avec la bride du travail en bridon;

Le trot enlevé;

Le saut et les passages d'obstacles.

C'est à la fin du travail en bride que les conducteurs viennent en selle paquetée et chargée et prennent les armes.

Les modifications apportées au texte du Règlement sur l'instruction à cheval (2) portent principalement sur:

La tenue des rênes;

L'enseignement du trot enlevé.

(1) Voir p. 112.
(2) Voir p. 115.

Digitized by Google

Le trot enlevé est enseigné de façon que les conducteurs sachent trotter également sur les deux bipèdes diagonaux.

Dès que le mécanisme du trot est bien compris, les étriers sont relevés, et le trot enlevé pratiqué sans leur aide. Cet exercice descend les genoux et déshabitue le conducteur de l'appui immodéré qu'il prend volontiers sur l'étrier.

Les exercices de saut et de passage d'obstacles commencent le plus tôt possible. En principe, ils sont individuels.

Observations relatives à l'instruction. — L'École à cheval doit, avant tout, former des cavaliers lestes et hardis.

Grâce au peu de mouvements que comporte le travail en bridon, il est loisible de consacrer au travail préparatoire le temps qu'il mérite et de revenir sur les assouplissements pendant la plus grande partie de l'instruction.

Le travail en bride tire son importance principale de l'enseignement du trot enlevé, et c'est sur cet enseignement qu'il faut reporter la plus grande partie des séances dévolues au travail total.

École de conduite des voitures.

L'École de conduite des voitures a pour but de former des conducteurs habiles à tous les mouvements qu'elle nécessite et adroits à conduire leurs attelages dans toutes les directions, à toutes les allures et en tous terrains.

Elle comprend trois parties :

La conduite des attelages;

La conduite des voitures;

La conduite des avant-trains.

Cette école n'emprunte au Règlement de 1880 que les quelques mouvements de pied ferme et les prescriptions spéciales aux exercices de conduite des voitures qui n'ont pas été visés dans la présente étude.

Digitized by Google

Les mouvements qu'on y exécute sont ceux du travail en bridon de l'École à cheval.

Tous les mouvements circulaires : volte, à-gauche, à-droite, cercle du demi-tour, ont un rayon commun de 6 pas pour la circonférence décrite par le cheval du dehors. Ce rayon est tel qu'une voiture, exécutant un tourner régulier en marchant *à main gauche* (1), laisse en dehors le jalon sur lequel marchait le conducteur de devant.

Les mouvements qui partent de l'arrêt pour aboutir à l'arrêt, tels que les demi-tours de pied ferme, les reculer, etc., s'exécutent sans commandements spéciaux.

Tout mouvement nouveau est démontré par d'anciens soldats devant les hommes de recrue. Ceux-ci apprennent à en figurer le tracé à pied avant de passer à l'exécution. Puis ils l'exécutent, d'abord de pied ferme, ensuite dans des parcours analogues à ceux du concours de conduite des voitures, ou sur des pistes tracées sur le sol et figurant le chemin d'une roue ; enfin, en marche, au commandement.

Conduite des attelages. — La conduite des attelages comprend deux parties :

1re partie. — Conduite des attelages isolés ;

2e partie. — Conduite des attelages en groupes.

La première partie comprend :

Amener son cheval sur le terrain ;

Monter à cheval et mettre pied à terre ;

Usage et effet de la longe et du fouet ;

Mouvements dans le carré ;

Allongement et ralentissement des allures ;

Marche circulaire au galop par allongement du trot ;

Marche au galop (travail d'allures) ;

Défiler.

La deuxième partie est la répétition, par groupes de trois, des mouvements exécutés dans la première. Chacun

(1) Ceci est vrai *à fortiori* à main droite.

Digitized by Google

de ces groupes se meut comme s'il était isolé ; dans chaque groupe les conducteurs du milieu et de derrière ont à conserver leur distance et à passer sur le même terrain que le conducteur de devant. Les conducteurs sont ainsi préparés à leur rôle dans les exercices qui suivent.

Conduite des voitures. — La conduite des voitures comprend :

Le rassemblement et la dislocation des attelages ;

La rupture en colonne et la formation en bataille des attelages ;

La manière d'entrer au parc et d'en sortir, d'atteler et de dételer ;

La formation et la rupture du parc ;

Les mouvements de pied ferme ;

Les mouvements dans le carré ;

L'allongement et le ralentissement des allures ;

La marche circulaire au galop par allongement du trot ;

La marche au galop (travail d'allures) ;

Les passages d'obstacles ;

Le travail à l'extérieur.

Les conducteurs attellent d'abord à deux chevaux ; ils n'attellent à six que lorsqu'ils ont exécuté comme conducteurs de derrière tous les mouvements de la conduite des voitures.

Conduite des avant-trains. — La conduite des avant-trains comprend les mouvements d'emmener et d'amener l'avant-train des quatre façons réglementaires.

Une pièce en batterie est placée dans le carré ou à proximité ; les conducteurs, appelés à tour de rôle, sont exercés à faire décrire à l'avant-train des parcours réguliers.

Observations relatives à l'instruction. — La division de l'École de conduite des voitures en trois parties n'implique pas la nécessité de ne passer à l'une qu'après avoir terminé

Digitized by Google

l'autre. L'instructeur doit, au contraire, les combiner entre elles de manière à utiliser le mieux possible le personnel, les attelages, les voitures et le temps. Ainsi la conduite des avant-trains, le passage des voitures dans des parcours, le dressage au passage d'obstacles sont des instructions latérales qu'il faut mener de front avec les autres. Dans la conduite des voitures à deux chevaux, les conducteurs qui ne sont pas montés par suite du manque de voitures regardent exécuter devant eux les mouvements à apprendre, puis exécutent à leur tour (1). Il ne faut pas oublier qu'à cette école, c'est le tracé exact des mouvements qui est l'objet de l'enseignement nouveau; tandis que les notions de réglage d'allures, déjà inculquées à l'École à cheval, ont seulement besoin d'être complétées. C'est pendant le travail d'allures que les passages d'obstacles, les marches en tous terrains, les demi-tours en chemins difficiles, doivent être soigneusement enseignés, ainsi que tout ce qui est relatif à l'emploi du cheval attelé. Les marches en colonne sont l'objet d'un soin journalier, en profitant du *temps passé en route* pour aller au champ de manœuvres et pour en revenir (2). Des marches militaires mettent les conducteurs aux prises avec les difficultés résultant des routes et du terrain.

Formations pour une inspection. — L'habitude inculquée aux conducteurs, dès le début, de se former au rang derrière un guide, de rompre en colonne derrière lui, suffit pour rassembler, mettre en route et disloquer des classes en vue d'une inspection. Les guides des différents groupes s'alignent entre eux; l'alignement de la troupe en résulte.

---

(1) Cette instruction, ainsi que celle des avant-trains, peut même se donner, au début, dans un manège avec une seule voiture.

(2) L'éloignement du champ de manœuvres, dans la plupart des garnisons d'artillerie, oblige à consacrer chaque jour un temps assez long pour l'aller et le retour. Ce n'est pas du temps perdu, bien au contraire, si les instructeurs profitent de l'occasion pour apprendre aux hommes à faire tirer également leurs chevaux, à conserver leur distance, à régler leurs allures et à se tirer d'affaire en cas d'à-coup ou d'accidents.

Digitized by Google

Instruction des anciens soldats.

L'instruction des recrues est conduite le plus lestement possible, en ne consacrant à l'équitation que le temps strictement nécessaire pour permettre d'en user plus à l'aise à la conduite des voitures. Les hommes qui disparaissent du régiment au bout de leur année de service ont donc appris à fond leur métier de conducteur, et c'est l'essentiel.

Les anciens soldats perfectionnent leur habileté, par la reprise des mêmes exercices, pendant leurs deuxième et troisième années de service. Mais, s'il suffit d'une révision de l'École de conduite des voitures, il y a tout intérêt à faire plus pour l'École à cheval et à augmenter l'instruction équestre des anciens soldats. On développe ainsi chez eux le goût du cheval, au bénéfice des soins qu'ils lui donnent; on apporte un intérêt dans la monotonie de leur vie régimentaire; enfin, on se crée des ressources précieuses en vue du dressage des jeunes chevaux et du service de plantons ou d'ordonnances qu'on peut être appelé à fournir, soit en temps de paix, soit en temps de guerre.

Les exercices destinés à développer l'instruction équestre des anciens soldats consistent à reprendre, avec des chevaux choisis, le travail en bridon et le travail en bride, en les complétant. Leur degré d'instruction permet aussi de leur enseigner avec fruit l'emploi du sabre à cheval, qui développe leur agilité, leur adresse et les met en selle; il est bon, pour rendre cet exercice réellement profitable, de faire usage de têtes placées sur des chandeliers ou à terre. L'instruction se termine par des exercices à l'extérieur destinés à enseigner l'emploi du cheval isolé, et empruntés au travail à l'extérieur du Règlement de 1876. Il y a lieu, d'ailleurs, de faire un choix parmi les anciens soldats pour n'appeler à cette récompense que ceux qui en sont dignes.

Digitized by Google

Instruction des cadres.

L'instruction des cadres ne saurait être trop développée, l'instruction équestre en particulier : c'est la plus délicate. La difficulté de la question est qu'il s'agit, non seulement de donner aux cadres une instruction pratique solide, mais de les mettre à même de donner cette instruction à leur tour : il s'agit de former des instructeurs. Les procédés qui permettent d'atteindre ce résultat dépendent d'une question d'organisation qui est en dehors de cette étude. Ce qui nous intéresse, au point de vue de l'instruction à cheval, ce sont les exercices pratiques capables de développer les connaissances personnelles des cadres. Ces exercices sont analogues à ceux des anciens soldats, mais pratiqués sur des chevaux plus difficiles et avec des exigences plus sévères. Le dressage des chevaux de remonte et des chevaux difficiles ou rétifs du régiment est un des moyens employés.

Instruction des batteries à cheval.

L'instruction des batteries à cheval présente quelques particularités tenant à leur rôle spécial. Dès le temps de paix un grand nombre d'entre elles font partie des divisions de cavalerie indépendantes. En temps de guerre, toutes peuvent être appelées à accompagner la cavalerie à un moment donné. La nécessité pour les officiers de ces batteries d'être rompus aux manœuvres d'une arme dont la rapidité de mouvements exige une décision immédiate de l'artillerie qui l'accompagne, la possibilité pour les servants à cheval de se servir de leurs armes et de repousser par une charge une attaque faite par surprise, sont cause que les Écoles du peloton et de l'escadron doivent faire partie des exercices des batteries à cheval. Elles sont empruntées sans modifications au Règlement de cavalerie ; leur adoption entraîne l'addition à l'École à cheval des exercices de charge et de l'emploi du sabre.

Digitized by Google

Au point de vue de l'École de section, la présence des pelotons de chevaux exige une instruction spéciale : les servants doivent être habitués à mettre rapidement pied à terre et les garde-chevaux à manier leurs pelotons de chevaux avec ordre. Un exercice de *conduite des pelotons de chevaux* est, dans ce but, annexé à l'École de conduite des voitures.

PROJET DE RÈGLEMENT SUR L'INSTRUCTION A CHEVAL.

Rédaction du Règlement.

Le Règlement sur l'instruction à cheval, annexe n° 2 du titre principal du Règlement autonome, contient les éléments nécessaires aux différentes instructions qui viennent d'être exposées.

Toute préoccupation de la récitation du littéral est écartée de la rédaction de ce Règlement (1). Cette récitation, indispensable autrefois à cause du recrutement des cadres, n'a plus la même raison d'être : la diffusion de l'instruction et le service obligatoire ont élevé la moyenne de l'intelligence des cadres. D'un autre côté, la brièveté du service est cause qu'il faut rapidement former les éléments où ces cadres se recrutent, et la récitation du littéral absorbe sur le terrain un temps précieux qu'il serait préférable de consacrer à l'instruction. Une instruction pratique solide est en effet la qualité fondamentale à exiger d'un candidat. L'étude du texte conserve encore aujourd'hui son importance, mais d'une façon différente. Elle ne vient qu'après l'enseignement pratique pour donner au candidat les idées nettes sur le but à atteindre et la facilité pour les exprimer qui lui manquent. Jamais elle n'est accompagnée d'une manœuvre ; elle consiste en interrogations précisant, dans

(1) Une décision ministérielle du 4 février 1881 a fait un pas dans la suppression du littéral en étendant aux régiments d'artillerie de campagne les règles prescrites, à la date du 27 septembre 1883, pour l'instruction des cadres de l'artillerie de forteresse.

Digitized by Google

les conditions les plus diverses, des problèmes d'instruction ou de manœuvre. L'intelligence du candidat est ainsi constamment mise en éveil et sa facilité d'élocution développée, tandis que sa mémoire n'est mise en jeu que pour lui fournir à propos les expressions du texte devenues familières.

La récitation du littéral étant écartée de ce chef, le Règlement proposé ne s'astreint plus à conserver les formes compassées qu'elle entraîne et peut montrer à nu son caractère véritable d'un exposé raisonné du but à atteindre et des moyens à employer. Pour épargner toute indécision à cet égard, il passe sous silence ce qui touche le rôle de l'instructeur : s'il s'attarde, en effet, en décrivant un mouvement, à expliquer à l'instructeur comment il doit s'y prendre pour l'enseigner et va même jusqu'à lui dire que le mouvement, après avoir été fait à droite, doit être répété à gauche, le principal se noie dans les détails ; la suite logique des idées, la progression des mouvements, la méthode, en un mot, disparaît sous les accessoires. Aussi le Règlement se remet-il du soin de ces détails à un *Manuel de l'instructeur* dont le rôle est défini plus loin.

Le Règlement sur l'instruction à cheval comprend trois parties :

Les Bases de l'instruction ;

L'École à cheval ;

L'École de conduite des voitures.

Les *Bases de l'instruction* constituent un corps de doctrine qui contient :

Les considérations exposées en faveur de l'adoption du Règlement et la description détaillée de ses méthodes et procédés d'enseignement ;

Les principes relatifs aux allures et aux marches ;

L'importance relative des différentes parties de l'instruction et le temps approximatif consacré à chacune d'elles.

Digitized by Google

L'*École à cheval* et l'*École de conduite des voitures* comprennent chacune trois articles :

Art. 1er. — Traité d'équitation ou de conduite des voitures.

Art. 2. — Instruction des recrues.

Art. 3. — Instruction des anciens soldats et des cadres.

C'est dans l'article 1er que les instructeurs puisent tous les éléments nécessaires à l'enseignement des articles 2 et 3, qui se bornent à indiquer quels sont les différents exercices à faire exécuter aux catégories qu'ils concernent.

Le *Traité d'équitation* expose, dans une série de paragraphes :

La description sommaire du cheval ;

L'emploi et l'ajustage du harnachement ;

La tenue des rênes ;

La position du conducteur à cheval ;

Les exercices qu'on peut exécuter avec le bridon ;

La répétition de ces exercices avec la bride ;

Le maniement et l'emploi du sabre à cheval ;

Les assouplissements et la voltige ;

Le saut ;

Le dressage des jeunes chevaux.

Le *Traité de conduite des voitures* expose, d'une façon analogue :

L'emploi et l'ajustage du harnachement de trait ;

Les principes de conduite des attelages ;

Les mouvements que les voitures ont à exécuter ;

Les passages d'obstacles ;

Le dressage du cheval au trait.

Manuel de l'instructeur.

En se reportant aux bases de l'instruction, et, dans chacune des écoles, au traité préliminaire qu'elle renferme, les instructeurs sont toujours à même de se pénétrer nettement des idées qui doivent les guider dans l'ap-

Digitized by Google

plication des divers articles du Règlement. Les détails d'application, éliminés du Règlement, sont réunis dans un *Manuel de l'instructeur* destiné a suppléer à l'inexpérience des instructeurs actuels, au moyen de conseils pratiques que rendait familiers aux instructeurs d'autrefois une expérience de plusieurs années.

Le Manuel de l'instructeur comprend : un Avant-propos et deux chapitres.

L'*Avant-propos* renferme les considérations générales relatives à l'instruction et au rôle d'un bon instructeur.

Les deux chapitres concernent :

Le premier, l'*École à cheval;*

Le deuxième, l'*École de conduite des voitures.*

Le Manuel, suivant le Règlement pas à pas, indique pour chaque mouvement nouveau :

La manière la plus commode d'en *démontrer l'exécution* et de le *faire exécuter ;*

La *place de l'instructeur* pour en surveiller l'exécution;

Le *point délicat dont dépend cette exécution,* afin que l'instructeur puisse, sans hésiter, trouver et désigner la cause d'une exécution incorrecte.

RÉSUMÉ.

Ici se termine cette étude. Les détails d'instruction, sur lesquels il a été nécessaire d'insister, n'ont peut-être pas permis de dégager assez la solution proposée pour qu'il soit inutile d'y revenir. Les propositions auxquelles elle a donné lieu peuvent se résumer ainsi :

L'instruction à cheval s'adresse à deux catégories différentes :

Les recrues ;

Les anciens soldats et les cadres.

Ce qui distingue l'instruction de la deuxième catégorie est le plus d'importance donnée aux exercices d'équitation.

L'instruction à cheval, depuis son début jusqu'à la fin

Digitized by Google

de la conduite des voitures, se fait *d'après les mêmes principes* (ceux du Règlement de 1875 sur les manœuvres de la cavalerie) et *emploie les mêmes procédés* (le travail sur les carrés et le travail d'allures).

Les mouvements et commandements employés sont ceux du Règlement de 1876.

L'enseignement des allures, de leur réglage, de leur emploi est une des branches capitales de l'instruction.

Le Règlement, qui codifie les méthodes de l'instruction à cheval, est un exposé raisonné du but à atteindre et des moyens à employer.

Le Manuel de l'instructeur, qui double le Règlement, indique la façon de l'appliquer et évite toute erreur d'interprétation.

Ces propositions constituent des innovations sérieuses dans les habitudes reçues ; il semble que la simplicité qui résulterait de leur adoption compenserait le trouble momentané inséparable de tout essai.

A. Girette,

Lieutenant d'artillerie, Instructeur d'équitation à l'École des élèves-officiers de Versailles.

Digitized by Google

LE

TÉLÉMÈTRE DU COLONEL PACHKÉVITCH

DE L'ARTILLERIE RUSSE

(D'après l'*Archiv für Artillerie- und Ingenieur-Offiziere.*)

Le télémètre du colonel Pachkévitch est destiné à l'artillerie de campagne; l'inventeur s'est proposé de perfectionner le télémètre Nolan [1], qui est provisoirement en service en Russie, et de trouver un appareil moins compliqué et plus précis, remplissant les conditions suivantes :

Dans une atmosphère d'une clarté moyenne, on doit pouvoir mesurer des distances allant jusqu'à 3 000 sagènes (une sagène vaut $2^{m},134$). Jusqu'à 1 500 sagènes, l'erreur moyenne commise sur la distance doit être au plus de 1,5 p. 100.

Le télémètre doit pouvoir s'employer contre des buts mobiles, et ne pas peser plus de 2 pouds ($32^{kg},760$).

La mise en station de l'appareil et la mesure d'une distance ne doivent pas demander plus de 3 minutes.

Voici quel est le principe de l'appareil : Avec le télémètre Nolan, on détermine la distance par la mesure de deux angles aux extrémités d'une base de longueur arbitraire. Dans l'intérêt de la rapidité de la mise en station, le colonel Pachkévitch a conservé la variabilité des deux angles à la base, mais il a adopté une base de longueur constante, ce qui permet d'inscrire sur l'appareil une graduation donnant la distance sans aucun calcul.

[1] Voir *Revue d'artillerie*, novembre 1875, t. VII, p. 143.

Digitized by Google

Soient AB la base (fig. 1), b sa longueur constante, C le but, δ l'angle en C, et CD la distance cherchée x ; on a :

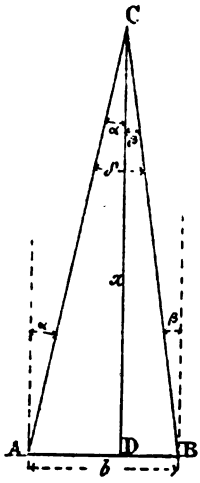


Fig. 1.

$$AD = x \operatorname{tg} \alpha,$$
$$BD = x \operatorname{tg} \beta,$$
$$AB = x(\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta) = b\,;$$

d'où :

$$x = \frac{b}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta}.$$

Mais, d'autre part, $\delta = \alpha + \beta$, d'où :

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta}{1 - \operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}\beta},$$

et, par suite,

$$x = \frac{b}{\operatorname{tg}\delta(1 - \operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}\beta)}$$
$$= \frac{b}{\operatorname{tg}\delta\left[1 - \operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}(\delta - \alpha)\right]}.$$

Si α et $\beta = \delta - \alpha$ sont des angles assez petits, on peut, au dénominateur de cette formule, négliger le produit $\operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}(\delta - \alpha)$ devant l'unité, et l'on a l'expression :

$$x = \frac{b}{\operatorname{tg}\delta}. \qquad (1)$$

La question est de savoir dans quelles limites cette simplification est admissible. Ces limites dépendent évidemment du degré de précision avec lequel on veut obtenir x. L'inventeur établit que, si l'on veut obtenir x à un centième près jusqu'à une distance de 1 000 sagènes, et si l'on prend une base b de 10 sagènes, il faut que l'angle α soit inférieur à 6°, c'est-à-dire que le but ne s'écarte pas de plus de 6° de la perpendiculaire élevée sur une des extrémités de la base [1].

---

[1] Soient, en effet, x la distance vraie, x_1 la distance donnée par la formule (1), l'erreur commise est :

$$x_1 - x = \frac{b}{\operatorname{tg}\delta}\left[1 - \frac{1}{1 - \operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}(\delta - \alpha)}\right] = \frac{b}{\operatorname{tg}\delta}\,\frac{\operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}(\alpha - \delta)}{1 - \operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}(\delta - \alpha)},$$

et le rapport de l'erreur commise à la distance est :

Digitized by Google

Bien que la précision de la mesure soit en raison directe de la longueur de la base, le colonel Pachkévitch s'est contenté d'une base de 10 sagènes, parce que, dit-il, une base longue est souvent difficile à placer sur le terrain, demande trop de temps pour être mesurée et rend difficile l'entente entre les deux opérateurs. Il a compensé cette cause d'infériorité par l'emploi de lunettes puissantes qui, donnant une grande netteté, permettent aux deux opérateurs de s'entendre exactement sur le point du but qu'ils visent et de mesurer avec beaucoup de précision les angles α et β aux deux extrémités de la base.

Description du télémètre. — La longueur constante de la base, 10 sagènes, est donnée par une roulette à ruban. A chacune de ses extrémités, on met en station un appareil destiné à la mesure des angles, monté sur un trépied à pieds articulés qui permet un mouvement de rotation horizontale rapide et un mouvement lent.

Chaque appareil se compose de deux lunettes *a* et *b* (fig. 2), perpendiculaires entre elles et pouvant se mouvoir horizontalement autour du pivot *w*, s'écartant de 6° de chaque côté de leur position normale. L'oculaire de la grande lunette *a* est en *o*, celui de la petite *b* est en *v*. A la petite lunette est fixé un levier *h*, dont l'extrémité peut, au moyen des vis *p*, *q*, recevoir un léger mouvement latéral pour le réglage de l'appareil. L'axe du levier doit

---

$$\frac{x_1 - x}{x} = \operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}\left(\alpha - \delta\right).$$

On doit donc avoir, pour la valeur limite de α, la relation de condition :

$$\frac{1}{100} = \operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}\left(\alpha - \delta\right).$$

La formule (1) donne $\operatorname{tg}\delta = \frac{b}{x}$; si l'on y fait : $b = 10$, $x_1 = 1000$, elle donne $\delta = 0°34'$, d'où :

$$\frac{1}{100} = \operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}\left(\alpha - 0°34'\right);$$

et, en négligeant 34′ devant α :

$$\operatorname{tg}^2\alpha = \frac{1}{100}$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{10}$$

$$\alpha = \pm 6°.$$

Digitized by Google

être constamment et rigoureusement normal à l'axe de la petite lunette.

A la grande lunette est fixée, près de l'objectif, une traverse *e* portant une vis sans fin *c*; sur celle-ci se meut

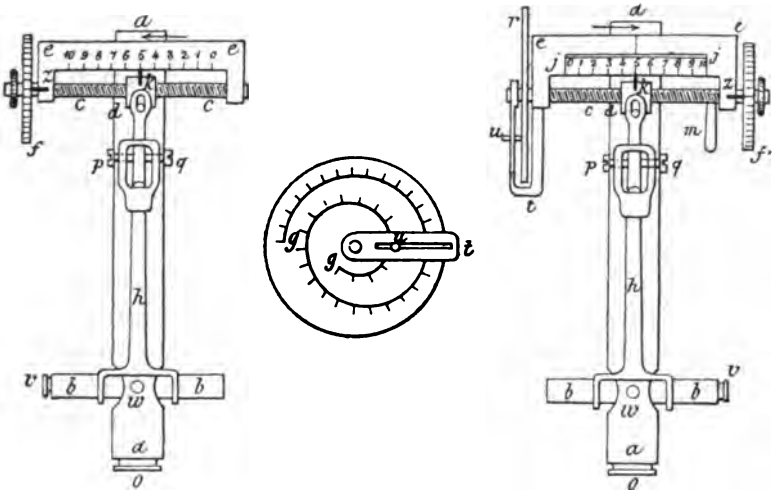


Fig. 2.

un écrou *d* solidaire du levier *h* et muni d'un index *k* qui parcourt la graduation de la traverse. Sur l'arbre de la vis sans fin est monté un disque *f* gradué sur sa circonférence et dont les divisions donnent les fractions des divisions de la traverse ; les lectures se font en face d'un index *z* porté par cette dernière. On agit sur la vis sans fin à l'aide d'un bouton moleté.

L'appareil de droite présente avec celui de gauche les différences suivantes :

1° La graduation de la traverse est portée par une bande mobile *j*, et l'on peut, au moyen d'un levier *m*, relier cette bande à l'écrou *d* et le disque *f* à la traverse *e*; lorsque cette liaison est opérée, la rotation de la vis sans fin fait mouvoir la graduation de la traverse en même temps que l'écrou, c'est-à-dire que l'index *k*, tandis que le disque *f* cesse d'obéir au mouvement du bouton moleté.

Digitized by Google

2° L'extrémité gauche de la vis sans fin porte un disque *r* sur lequel est gravée une spirale *g* portant la graduation en distances. En face de cette spirale, un étrier métallique fixe *t* porte un poinçon *u* qui peut glisser dans la rainure de l'étrier en parcourant la spirale.

Mesure d'une distance. — Pour mesurer une distance, les deux appareils étant mis en station aux extrémités de la base, on commence par viser le but avec les deux grandes lunettes ; puis on dirige les deux petites lunettes l'une sur l'autre en agissant sur les boutons moletés. Les axes des petites lunettes sont alors dirigés suivant la base. Les leviers *h* étant perpendiculaires à celle-ci, les angles qu'ils font avec les axes des grandes lunettes sont respectivement α et β. On pourrait lire ces angles sur les graduations des traverses *e* et des disques *f*; mais, pour avoir la distance, il suffit de connaître leur somme. Aussi ne fait-on réellement la lecture de l'angle qu'à l'une des stations, celle de gauche.

A la station de droite on opère de la manière suivante : une fois la grande lunette dirigée sur le but, on amène l'index *k* sur le trait 5 et l'index *z* sur le trait 0 ; puis, en appuyant sur le levier *m*, on relie la graduation de la traverse à l'écrou *d*, et le disque *f* à la traverse *e*. Lorsqu'on fait tourner la vis sans fin pour viser la station voisine avec la petite lunette, l'index *k* reste sur le trait 5 et l'index *z* sur le 0, tandis que l'angle en *w* du levier *h* et de l'axe de la grande lunette atteint la valeur β. On relève alors le levier *m* pour supprimer la liaison de la bande *j* avec l'écrou *d* et celle du disque *f* avec la traverse *e*. Puis on agit sur la vis sans fin pour amener les index *k* et *z* à marquer les divisions lues sur l'appareil de gauche. L'angle en *w* devient alors égal à la somme $\alpha + \beta = \delta$.

Le disque *r* ayant décrit successivement les arcs α et β, le poinçon *u* marque sur la spirale *g* la distance correspondant à l'angle δ, c'est-à-dire la distance cherchée.

Digitized by Google

Le colonel Pachkévitch a indiqué une méthode pour régler et vérifier son télémètre ; la vérification détaillée et le réglage complet demandent, paraît-il, trois heures.

Traduit et résumé par G. Putz,
Lieutenant d'artillerie.

Digitized by Google

ÉTUDE

SUR

L'ORDRE NORMAL DE MARCHE

DES

GROUPES D'ARTILLERIE

« Pour la guerre, la prévoyance doit envisager
« le possible comme le probable. »
(Mal MARMONT.)

« L'artillerie, dit le Règlement sur le service des armées en campagne (1), engage le combat, couvre le déploiement des autres troupes, contre-bat l'artillerie ennemie.... »

Et plus loin :

« *L'artillerie entre rapidement en action tout entière.* »

Cette dernière prescription ne semble pas d'une exécution bien facile pour l'artillerie d'un corps d'armée marchant en colonne sur une seule route.

On ne doit avoir recours aux colonnes de corps d'armée, dit bien le même règlement, que lorsqu'il n'est pas possible de marcher par division. Mais, si l'on suppose, au début d'une guerre future, plusieurs armées concentrées pour livrer une première grande bataille — et la supposition n'a rien d'invraisemblable, — il semble difficile de trouver un réseau de routes suffisant pour ne former que des colonnes de division. Bien au contraire, la même route pourra parfois servir à l'écoulement de deux corps d'armée; la guerre de 1870 et les campagnes précédentes en ont déjà donné plusieurs exemples.

Nous sommes donc en droit de nous attendre, particulièrement les jours d'engagements importants, à l'emploi des longues colonnes et, par suite, à des difficultés pour

(1) Titre X, art. 136.

Digitized by Google

l'entrée rapide en action de l'artillerie que prescrit le règlement.

Ces difficultés résultent de la série des opérations que devront exécuter les différents groupes d'artillerie, intercalés au milieu des autres troupes de la colonne du corps d'armée, pour passer de leur ordre de marche à l'ouverture du feu.

On rappelle souvent, il est vrai, que cette entrée en action est, en règle générale, précédée d'un arrêt dans une position d'attente ou de rassemblement. Mais, d'une part, cette prescription, qu'aucun texte n'impose, ne saurait être absolue, et, de l'autre, en s'en référant aux exemples fournis par la guerre de 1870, on voit sans cesse, notamment dans la première partie de la campagne, les batteries allemandes, appelées en toute hâte, déboîtant des colonnes auxquelles elles appartiennent, fournissant parfois de longs parcours aux allures vives et passant, sans arrêt préparatoire (1), de leur ordre de marche à l'ouverture du feu.

Pour activer encore cette poussée en avant, fréquemment réalisée sous la seule protection de la cavalerie disponible, les commandants des corps d'armée (2), leurs officiers d'état-major, les officiers généraux et supérieurs de l'artillerie devançaient cette dernière sur son futur terrain d'action ; et, celui-ci reconnu, ils plaçaient immédiatement les batteries, une par une en quelque sorte, au fur et à mesure de leur apparition. Alors seulement commençait le rôle des capitaines commandants auxquels incombait la conduite du feu.

C'est, du moins, la méthode qu'on retrouve à chaque page de l'historique de la guerre franco-allemande rédigé par le grand état-major prussien.

---

(1) La formation de rendez-vous, bien que réglementaire en Allemagne, n'a presque jamais été employée.

(2) Il est à remarquer que les généraux commandant les divisions ont eu très irrégulièrement la libre disposition de leur artillerie, toujours déployée bien avant leur infanterie et souvent conduite, puis placée, par les soins de l'état-major du corps d'armée ou par ceux de l'état-major de l'artillerie. Il est vrai que, constamment, des batteries divisionnaires étaient réunies à l'artillerie de corps pour former une grande ligne d'artillerie.

Digitized by Google

On peut discuter, repousser même cette méthode engageant l'artillerie prématurément, la jetant ainsi en avant, incomplètement protégée par quelques escadrons, offerte aux entreprises d'un ennemi audacieux. Cette discussion sortirait du cadre beaucoup plus modeste de cette étude qui se réduit à ceci :

Il est admis que :

1° *Toutes les artilleries de campagne des grandes puissances ont sensiblement la même valeur au point de vue du matériel ;*

2° *Entre deux artilleries adverses, la supériorité du feu restera à celle qui saura agir avec le plus de rapidité ;*

Or, nous pouvons, à nouveau, nous retrouver en face d'une artillerie très alerte, renouvelant des procédés déjà couronnés de succès, et nous obligeant, par suite, à une entrée en action très rapide.

L'ordre de marche actuel de nos batteries leur permettrait-il de satisfaire complètement à cette nécessité?

Répondre à cette question, tel est le but de cette étude tout naturellement divisée en trois points :

1° Montrer le temps nécessaire aux batteries de notre corps d'armée, en colonne sur une route, pour réaliser l'*entière et rapide entrée en action* prescrite par le règlement;

2° Comparer les résultats ainsi déduits à ceux fournis par l'expérience de la dernière guerre;

3° Rechercher, dans l'état actuel de notre matériel, les moyens de réaliser la plus grande rapidité possible.

PREMIÈRE PARTIE.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR PASSER DE L'ORDRE EN COLONNE A LA POSITION DE COMBAT.

On suppose le corps d'armée en marche, rencontrant l'ennemi à un moment donné et forcé, pour combattre, de

Digitized by Google

se déployer à hauteur du gros du bataillon tête d'avant-garde[1].

On suppose également que toutes les batteries du corps d'armée, appelées en avant des autres troupes, s'établissent successivement sur une ligne perpendiculaire à la direction de la marche et passant par le point où vient de s'arrêter la tête du gros de ce bataillon.

Tous les calculs de temps ci-après sont rapportés à ce point. Ils fournissent, par suite, des quantités de temps un peu inférieures à la réalité, puisqu'ils ne tiennent pas compte du déplacement latéral des batteries à droite ou à gauche du point considéré[2].

Cette dernière remarque est d'autant plus importante que les résultats, ainsi obtenus par le calcul, seront ensuite comparés avec des résultats d'expérience comprenant, eux, non pas le temps nécessaire pour amener toutes les batteries en un même point situé sur le prolongement de la route suivie, mais bien le temps réellement écoulé entre leur déboîtement et l'ouverture du feu sur toute la ligne d'action du corps d'armée.

Raisonner autrement, d'ailleurs, paraît difficile. Il faudrait alors substituer au calcul fait par rapport à une ligne et à un point, un calcul adapté à un terrain donné et à un réseau supposé de chemins reliant la position de combat à la route principale. Mieux vaut, semble-t-il, ne pas choisir un cas particulier.

En prenant l'ordre normal de marche de la colonne de corps d'armée indiqué par l'article 133 du Règlement sur le service des armées en campagne, et en y adaptant les

---

(1) C'est-à-dire à 945 mètres en arrière de la pointe d'avant-garde. (Voir : Ordres normaux de marche, *Aide-mémoire de l'officier d'état-major en campagne*, p. 135.)

(2) En réalité, les batteries, pour gagner leurs emplacements définitifs, quitteraient la route plus ou moins longtemps avant le point choisi pour ces calculs ; mais le trajet considéré n'en est pas moins plus court que le trajet réel. On sait, en effet, que, presque toujours, les batteries auraient à suivre une ligne plus ou moins sinueuse ou brisée : chemins secondaires, lignes particulières des cultures, détours nécessités par des obstacles franchissables en un point unique, etc.

Digitized by Google

longueurs des éléments des colonnes données dans l'*Aide-mémoire de l'officier d'état-major en campagne*, on trouve que la tête de chacun des quatre[1] groupes d'artillerie, répartis dans la colonne, est à la distance ci-après de sa position de batterie :

Batteries d'avant-garde (deux)	1 845 m.
— de la 1re division (deux). . . .	9 490[2]
— de l'artillerie de corps (sept) .	13 545
— de la 2e division (quatre) . . .	19 545

Toutes ces batteries, quel que soit le groupe auquel elles appartiennent, marchent dans l'ordre prescrit par le § 388 du Règlement sur les manœuvres des batteries attelées, c'est-à-dire la réserve de chaque batterie suivant immédiatement sa batterie de combat.

Dans ces conditions, l'entrée rapide en action de l'artillerie nécessite la série des opérations suivantes :

1° Transmission des ordres appelant les batteries;

2° Déboîtement des batteries de la colonne de corps d'armée;

3° Parcours entre le point de déboîtement et le point de déploiement;

4° Dispositions préparatoires de combat et formation des échelons;

5° Parcours final et mise en batterie.

1° Transmission des ordres appelant les batteries.

« Dès que l'ennemi est signalé, le commandant en chef se porte à l'avant-garde, et reçoit de l'officier qui la commande, communication des renseignements recueillis[3]. »

---

(1) On ne tient pas compte de la brigade de cavalerie du corps d'armée et de sa batterie à cheval qu'on suppose avoir dégagé le front du corps d'armée.

(2) On suppose une distance de 4 000 mètres entre la queue de l'avant-garde et la tête du gros. Le Règlement sur le service des armées en campagne (art. 125) ne fixe aucun chiffre pour cette distance « déterminée, dit-il, par la nécessité de donner au commandant de la colonne le temps de prendre ses dispositions de combat ». D'après l'Instruction provisoire sur les marches, du 1er juillet 1877, 4 000 mètres suffisent à cette nécessité.

(3) Règlement sur le service des armées en campagne, art. 196.

Digitized by Google

C'est donc de la tête (*1er bataillon*) de cette avant-garde que nous supposerons expédiés, par le commandant en chef (1), les ordres appelant toutes les batteries en avant; ainsi fut-il fait à maintes reprises pendant la guerre de 1870 (2).

Les ordres seront portés, soit par les officiers de l'état-major, soit par ceux de l'état-major de l'artillerie du corps d'armée.

Des trajets de 4 à 5 kilomètres, sur une bonne route, sont aisément parcourus en 15 minutes environ par un officier montant bien et convenablement monté. Mais, en tenant compte des difficultés moyennes des terrains et, surtout, de la gêne éprouvée par l'officier qui remonte une route encombrée de troupes, il paraît plus sage de compter, quelle que soit la distance à parcourir, sur une vitesse moyenne de 12 kilomètres à l'heure, soit 200 mètres à la minute. Cette vitesse, déjà grande à la guerre pour la moyenne actuelle des chevaux, sera parfois irréalisable et ne sera qu'exceptionnellement dépassée.

L'ordre de faire avancer les batteries est expédié à midi, ou plutôt à 0 heure, pour simplifier les calculs. Mais, pendant le trajet des officiers porteurs des ordres, les batteries ont continué de marcher à la vitesse normale du corps d'armée, de 3 600 mètres à l'heure, y compris les haltes horaires, soit 60 mètres à la minute.

L'ordre parviendra donc :

Aux batteries de l'avant-garde à $\frac{1845}{260} = 0$ h. 7 min. (3);

A celles de la 1re division à. . . $\frac{9490}{260} = 0$ h. 37 min.;

(1) L'arrêt du général en chef, en ce point, n'a rien d'invraisemblable; cet officier général est ainsi à 2 000 mètres environ des premiers fantassins ennemis, en supposant que l'adversaire ait un dispositif de marche identique au nôtre et que les premiers éclaireurs de chaque parti soient à 500 mètres les uns des autres.

(2) Rezonville, IIIe et Xe corps; Saint-Privat, IIe corps; Sedan, Ve, XIe et XIIe corps allemands, etc.

(3) Tous les résultats obtenus sont traduits simplement en minutes.

Digitized by Google

A l'artillerie de corps à. . . . $\frac{13545}{260} = 0$ h. 52 min. ;

Aux batteries de la 2e division. $\frac{19545}{260} = 1$ h. 15 min.

A ce moment, ces différents groupes, dont la marche a continué pendant la durée du trajet des officiers porteurs de l'ordre, ne sont plus qu'aux distances ci-après de leur point de déploiement.

Batteries de l'avant-garde . .	$1\,845^m - (60^m \times 7) =$	$1\,425^m$
Batteries de la 1re division . .	$9\,490^m - (60^m \times 37) =$	$7\,270^m$
Artillerie de corps	$13\,545^m - (60^m \times 52) =$	$10\,425^m$
Batteries de la 2e division . .	$19\,545^m - (60^m \times 75) =$	$15\,045^m$

2° Déboîtement des batteries.

L'officier envoyé a rejoint le commandant du groupe d'artillerie. Il lui communique l'ordre dont il est porteur, laconiquement, soit, mais non sans quelques réflexions échangées sur *ce qui se passe en avant.* Le commandant du groupe, à son tour, transmet l'ordre à ses commandants de batterie — (dans l'artillerie de corps, le colonel à ses deux commandants de groupe), — prévient qu'on va doubler les réserves, marcher au trot, aller au feu, etc....

Les commandants de batterie font monter les servants sur les coffres, répètent les indications des officiers supérieurs, font une dernière et brève recommandation à leur adjudant chargé de la réserve ; ils voient d'un coup d'œil si leur colonne peut rouler. Tout est prêt ! En avant !

Mais cinq minutes se sont bien facilement écoulées entre le moment où l'officier d'ordonnance du général en chef a abordé le commandant du groupe et celui où les batteries de combat s'ébranlent et se jettent à gauche pour doubler les troupes en avant d'elles. Des officiers maîtres d'eux-mêmes et des batteries bien ramassées dans la main de leurs chefs sont seuls capables d'obtenir cette rapidité.

En réalité, les groupes partent donc au trot :

Digitized by Google

L'artillerie de l'avant-garde, à 0 h. 12 min., pour parcourir 1 425 mètres[1];

L'artillerie de la 1re division, à 0 h. 42 min., pour parcourir 7 270 mètres;

L'artillerie de corps, à 0 h. 57 min., pour parcourir 10 425 mètres;

L'artillerie de la 2e division, à 1 h. 20 min., pour parcourir 15 045 mètres.

3° Parcours entre le point de déboîtement et le point de déploiement.

Combien faut-il de temps pour faire ces parcours?

Qu'on se représente bien, en ce moment, la composition de chaque batterie après avoir déboîté. Six pièces, entre lesquelles sont intercalés 6 caissons. Chacune de ces dernières voitures porte 3 servants sur son coffre d'avant-train, 3 servants sur le coffre de devant de son arrière-train[2], et enfin, sur le coffre de derrière de ce dernier, les havresacs de 9 hommes. Au total, par caisson, un poids de 2 800 kg. à traîner ; plus de 460 kg. par cheval.

Dans ces conditions, nos attelages ne pourraient fournir au trot, d'une seule traite, les 10 kilomètres que doit parcourir *la tête* de l'artillerie de corps et, à plus forte raison, le parcours imposé à ses dernières batteries et à toutes celles de la 2e division. Ce serait les ruiner et désorganiser les unités au moment d'en exiger un suprême effort pour la mise en batterie.

Il semble déjà difficile de demander aux batteries de la 1re division un temps de trot de 7 kilomètres, suivi d'un déploiement à travers champs et d'une mise en batterie à grande allure. Il faut donc alterner le pas et le trot.

---

(1) On néglige la centaine de mètres dont les batteries ont progressé pendant la transmission de l'ordre faite par l'officier du général en chef et avant d'être arrêtées pour laisser monter leurs servants.

(2) *Règlement sur les manœuvres des batteries attelées*, titre IV, art. 2, § 386, dernier alinéa.

Digitized by Google

La combinaison de ces deux allures donnant la vitesse la plus grande est celle qui les fait alterner par temps égaux ; 10 minutes de pas, 10 minutes de trot, par exemple. Les batteries, ayant déboîté de la colonne, peuvent prendre le pas normal du cheval, soit 100 mètres environ à la minute ; la vitesse du trot est de 240 mètres à la minute ; par conséquent, les batteries pourraient parcourir 10 200 mètres à l'heure, *sans haltes horaires,* ou 170 mètres à la minute.

Faire d'un pareil train, avec les caissons, 10 ou 15 kilomètres d'une traite, c'est beaucoup, surtout sur un chemin qui n'est pas absolument libre. On sait que le doublement de l'infanterie par les batteries constitue pour celle-là un moment de crise pénible.

Malgré toute leur bonne volonté, les bataillons ne dégagent pas instantanément la route, dont le peu de largeur nécessitera presque toujours leur descente dans les fossés et les champs voisins. La plus grande difficulté, surtout, est la mise hors de la voie des voitures régimentaires d'outils et de munitions, des ambulances, etc....

C'est au milieu de cette agglomération que vont se frayer un passage des colonnes d'artillerie, dont l'une, celle de l'artillerie de corps, a une longueur de 2 600 mètres environ (1). Elles se feront sagement précéder, sans doute, d'officiers ou de cadres prévenant de leur arrivée, demandant le libre passage ; mais, instinctivement, par crainte d'accidents, d'embarras sur la route, l'allure de ces colonnes se ralentira. Ce n'est rien exagérer que d'admettre qu'elle descende à une vitesse de 9 kilomètres à l'heure, soit 150 mètres par minute.

L'arrivée de la tête de chacun des groupes d'artillerie

---

(1) Pour réduire cette longueur, il faudrait supposer que les distances de 100 mètres existant, au départ, entre deux batteries de combat consécutives et représentant la place d'une réserve ont été regagnées. Mais ce ne serait possible qu'en forçant l'allure adoptée, déjà rapide, et en fatiguant outre mesure les batteries en queue de colonne.

Digitized by Google

près de la position de batterie aura donc lieu successivement aux heures ci-après :

Batteries de l'avant-garde, 0 h. 18 min. (1);
Batteries de la 1re division, 1 h. 31 min. ;
Artillerie de corps, 2 h. 7 min. ;
Batteries de la 2e division, 3 h. 1 min.

4° Dispositions préparatoires de combat et formation des échelons.

Les batteries touchent au moment de s'engager.

Pour la formation des échelons, deux opérations sont nécessaires :

1° Un doublement de voitures, afin de faire passer en queue de colonne les caissons pairs qui doivent former le premier échelon en arrière de la batterie de combat (2);

2° Une nouvelle répartition des servants sur les coffres (3).

Ces différents mouvements exigent un arrêt. De plus, il faut, en même temps, prendre les dispositions de combat. Le faire plus tôt, avant d'avoir fourni ces parcours de 7, 10 ou 15 kilomètres, eût été imprudent et n'eût pas garanti suffisamment le bon fonctionnement des culasses, mécanismes de pointage, etc....

Il faut, enfin, se mettre en batterie « à une allure très vive (4) » et avec le plus grand entrain; quelques minutes de repos aux chevaux ne seront donc pas inutiles.

Accorder cinq minutes, en tout, pour l'ensemble de ces petites opérations, succédant à une marche *sans arrêt* de 7, 10 ou 15 kilomètres, n'est certes pas exagéré; en donner davantage, au reste, serait une faute à ce moment de crise où, animés par une course rapide, attentifs au bruit de

---

(1) On admet que les batteries d'avant-garde franchiront d'un temps de trot les 1 400 mètres (2 000 mètres pour les dernières voitures de la 2e batterie) les séparant de leur point de déploiement.

(2) Ce doublement serait inutile, évidemment, si les batteries avaient le temps et l'espace nécessaires pour prendre une position de rendez-vous.

(3) Il suffirait, pour éviter cette cause de retard, d'adopter en tout temps (sauf pour les revues et les défilés) la répartition des servants usitée pour le combat.

(4) *Règlement sur les manœuvres des batteries attelées*, titre IV, page 462.

Digitized by Google

l'action déjà engagée, les yeux braqués dans la direction de l'ennemi, les hommes ont besoin d'être enlevés et non laissés à leurs réflexions.

5° Parcours final, mise en batterie, ouverture du feu.

Les batteries viennent d'être arrêtées à 500 mètres, environ, en arrière de leur position de combat [1]. Leurs dispositions préparatoires prises, elles s'ébranlent au grand trot, prennent rapidement le galop si les attelages le permettent et si le terrain s'y prête.

La mise en batterie s'effectue, les indications du capitaine courent sur la ligne des pièces, le premier coup de canon part, et, en l'entendant, disparaît une sorte d'oppression qui pesait sur les poitrines de bien des combattants. Désormais, au moins, la lutte est égale.

4 ou 5 minutes se sont encore écoulées ; comptons-en dix, en tout, depuis l'arrêt pour prendre les dispositions de combat jusqu'à l'ouverture du feu.

En somme,

Entre l'expédition par le général en chef de l'ordre appelant les batteries en avant et le premier coup de canon tiré par la batterie de tête de chacun des groupes de ces batteries, il s'est écoulé :

Batteries de l'avant-garde, 0 h. 28 min. ;
Batteries de la 1re division, 1 h. 41 min. ;
Artillerie de corps, 2 h. 17 min. ;
Batteries de la 2e division, 3 h. 11 min.

Il y a intérêt, maintenant, à rapprocher de ces heures celles auxquelles débouchent, au point de déploiement, la tête de la colonne des réserves de chacun des groupes d'artillerie et les têtes de colonne de l'infanterie. Les unes et les autres, bien entendu, rejoignent en marchant

---

[1] On admet que, sauf des cas exceptionnels, la reconnaissance des positions de combat n'apportera pas de retard à l'arrivée des batteries; il n'a été, à dessein, tenu aucun compte dans les calculs du temps nécessaire à cette opération.

Digitized by Google

à la vitesse normale du corps d'armée de 3 600 mètres à l'heure.

1° *Réserves d'artillerie.*

A 0 h. 42 min., lors du déboîtement de la colonne des batteries de la 1re division ([1]), la tête de la colonne des deux réserves avait encore à parcourir, pour atteindre le point de déploiement, 7 270 mètres (distance à parcourir par la tête de la colonne des batteries), plus 250 mètres (longueur de la première de ces batteries). Au total, 7 520 mètres.

Elle y arrivera donc à 0 h. 42 min. + 125 min., ou à 2 h. 47 min., soit *une heure* environ après ses batteries.

Le même calcul montre que :

Les réserves de l'artillerie de corps déboucheront à 3 h. 55 min., soit *une heure et demie,* environ, après leurs batteries.

Les réserves de l'artillerie de la 2e division déboucheront à 5 h. 35 m., soit *deux heures et quart,* environ, après leurs batteries.

2° *Colonnes d'infanterie.*

On trouve de même que :

La 2e brigade d'infanterie débouchera à 2 h. 31 min. ;

La 2e division d'infanterie débouchera à 4 h. 36 min., soit deuxheures après.

Résumé.

L'ordre d'entrer rapidement en action ayant été envoyé, à la même heure et du même point (gros du bataillon d'avant-garde), à toute l'artillerie du corps d'armée :

1° L'artillerie de l'avant-garde ouvre le feu au bout d'une demi-heure ;

2° L'artillerie *entière* de la 1re division, protégée par une brigade d'infanterie, est engagée 1 h. 45 min. après avoir

([1]) Il n'y a pas à se préoccuper des réserves des batteries d'avant-garde qui rejoignent très rapidement, au bout d'une demi-heure environ, c'est-à-dire vers une heure du soir.

Digitized by Google

été appelée; 1 h. 15 min., environ, après les batteries d'avant-garde. Elle est rejointe par ses réserves de batterie une heure, environ, après son entrée en action;

3° L'artillerie de corps, venant renforcer l'artillerie de la 1re division et la 1re brigade d'infanterie, suivie à un quart d'heure près par la 2e brigade d'infanterie, est en action 2 h. 15 min., environ, après avoir été appelée; 1 h. 45 min., environ, après l'artillerie de l'avant-garde. Elle est rejointe par ses réserves de batteries au bout de 1 h. 30 min.;

4° L'artillerie de la 2e division, devançant son infanterie de 1 h. 15 min., entre en action 3 h. 15 min., environ, après avoir été appelée, et 2 h. 45 min. après l'artillerie de l'avant-garde. Elle est rejointe par ses réserves 2 h. 15 min. après avoir été engagée.

La période la plus longue, celle qui précède l'arrivée de l'artillerie de corps, est aussi la plus critique; car, deux batteries pendant une heure, puis quatre batteries pendant 40 minutes, seront seules pour soutenir la lutte contre une artillerie ennemie qui, *dans le cas où elle serait plus mobile,* pourrait s'engager plus vite et se donner ainsi l'avantage du nombre.

DEUXIÈME PARTIE.

TEMPS EMPLOYÉ PAR LES BATTERIES ALLEMANDES, EN 1870, POUR ARRIVER EN LIGNE.

Quel temps a-t-il fallu, en 1870, à des corps d'armée allemands, marchant en colonne sur une seule route, pour mettre toute leur artillerie en ligne?

La première partie de la guerre, durant laquelle les armées étaient plus nombreuses et plus concentrées, peut, à cet égard, donner les meilleures indications; cependant, les actions qui la remplissent furent souvent improvisées, engagées par des fractions de corps d'armée accourant au

Digitized by Google

canon et non groupées dans l'ordre de marche qui nous occupe. Deux batailles surtout, Saint-Privat et Sedan, ont été celles livrées avec des effectifs assez considérables pour exiger l'emploi des colonnes de corps d'armée.

Quels que soient les effectifs, d'ailleurs, le procédé est toujours le même. Corps d'armée ou division se font toujours précéder de leur artillerie entrant très rapidement en action, selon la méthode indiquée au début de cette étude. C'est un fait acquis pour toutes les batailles que nous allons successivement étudier au point de vue des ordres de marche employés par les troupes appelées à y prendre part.

Bataille de Wœrth. — Les deux corps engagés au complet (V^e^ et XIe) sont en position dès le matin ou la veille de la bataille. Le IIe corps bavarois donne presque en entier, mais marche sur plusieurs colonnes. Les deux autres corps de la IIIe armée ne sont représentés au combat que par des fractions dont la plus forte est une division.

Bataille de Spickeren. — Trois corps d'armée prennent part à cette journée ; mais aucun d'eux n'y paraît au complet.

Bataille de Borny. — Dans cette bataille improvisée, toutes les batteries partent de leurs cantonnements par alerte. Elles n'ont donc pas, en général, à déboîter d'une colonne au milieu de laquelle elles soient encastrées. Les colonnes, d'ailleurs, avaient au plus la longueur d'une brigade.

Bataille de Rezonville. — Les IIIe et X^e^ corps sont les seuls corps de la IIe armée allemande engagés au complet ; mais chacun d'eux a marché en deux colonnes.

Bataille de Saint-Privat. — Dans cette journée, les

Digitized by Google

troupes de la IIe armée emploient successivement deux ordres de marche différents. Au début, pendant leur recherche de l'adversaire, dont on ignore encore la véritable position, chaque corps d'armée s'avance par divisions massées, ayant entre elles l'artillerie de corps.

Plus tard, les positions ennemies ayant été nettement déterminées, chaque corps d'armée fait face à droite et se décompose en plusieurs colonnes pour marcher à l'attaque.

Dans la Ire armée, deux corps d'armée rejoignent le champ de bataille, chacun d'eux formé en colonne sur une seule route. Mais tous les deux, avant de s'engager, font une longue halte. L'un, le VIIIe corps, se déploie dans une position de *Garde à vous* trois heures au moins avant le commencement de l'action. L'autre, le IIe corps, parti de Pont-à-Mousson à 2 heures du matin, s'arrête entre Buxières et Onville vers 11 heures du matin. Vers 3 heures du soir seulement, il rompt en trois colonnes pour se jeter à droite sur Rezonville.

Bataille de Beaumont. — Deux des trois corps engagés (IVe et XIIe) marchent sur Beaumont à travers bois et en quatre colonnes, les deux artilleries de corps aux colonnes des ailes. Les deux divisions et l'artillerie de corps du Ier corps bavarois sont engagées un instant sur la même route dans le courant de leur marche, mais elles débouchent des bois au nord de Sommauthe par des routes différentes.

Bataille de Sedan.

XIe corps. — Le XIe corps part des environs de Donchery en trois colonnes parallèles, marchant vers la route de Sedan-Mézières. Près d'atteindre cette route, les trois colonnes reçoivent l'ordre de faire, chacune, tête de colonne à droite; elles se trouvent réunies en une seule colonne.

Digitized by Google

La colonne de droite forme, par suite, l'avant-garde du corps d'armée avec 1 escadron, 3 bataillons et 1 batterie. Deux autres batteries marchent après le bataillon de tête du gros; derrière elles viennent 5 bataillons, puis l'artillerie de corps, etc....

Le corps d'armée, ainsi formé, se dirige sur Saint-Menges par le défilé de la Falizette. Le passage de ce défilé devient difficile — et il pouvait être bien critique — par suite de l'enchevêtrement des troupes des XIe et V^e^ corps. Ce dernier, en effet, débouchait de Vivier-au-Court et s'était intercalé derrière l'avant-garde du XIe corps. Malgré l'encombrement résultant de cette rencontre, les 2 batteries de la tête du gros, devançant la colonne, s'engagent en même temps que la batterie de l'avant-garde à 8 h. 30 min. du matin.

A 9 heures, le général commandant le corps d'armée, ayant rejoint ces trois batteries sur la hauteur au nord de Floing, envoie chercher toute son artillerie.

A 10 heures, *une heure après,* 10 batteries sont au feu. Les sept dernières ont parcouru, en outre de la distance correspondant à leur écoulement, 6 kilomètres environ, dont une partie dans un défilé encombré.

Aussi, la série des opérations effectuées en une heure, sur ce terrain difficile, depuis le départ des officiers porteurs des ordres du général en chef jusqu'à l'entière entrée en action de ces 7 batteries, accuse-t-elle une rapidité de mouvements qui, sans doute, sera rarement dépassée. Chaque batterie, il est vrai, n'emmenait que ses pièces et quelques caissons.

A 11 heures, c'est-à-dire *2 heures après l'expédition de l'ordre, toute l'artillerie du corps d'armée* (14 batteries) *est entièrement engagée.* 4 bataillons seulement et la cavalerie du corps d'armée la protègent.

V^e^ corps. — Le Ve corps, on l'a déjà vu, marchait en une seule colonne de Vivier-au-Court sur Vrigne-aux-Bois,

Digitized by Google

puis sur Fleigneux. On sait aussi la peine qu'il eut à franchir le défilé de la Falizette déjà occupé par le XIe corps.

L'avant-garde comprenait, outre la cavalerie du corps, 6 bataillons et 1 batterie. Au gros trouvaient: 1 bataillon, l'artillerie de la 1re division, l'artillerie de corps, la 2e brigade, puis la 2e division précédée de son artillerie divisionnaire. Les différents groupes d'artillerie étaient donc plus en avant dans la colonne que ne le comporte notre ordre normal de marche.

A 9 h. 30 min., le général commandant le corps d'armée, arrivant à Champ-la-Grange avec la tête de son avant-garde, appelle à lui toute son artillerie.

A 10 heures, la batterie d'avant-garde ouvre le feu.

A 10 h. 45 min., toute l'artillerie de la 1re division et l'artillerie de corps sont engagées, protégées à droite par le XIe corps, et, à gauche, par la seule cavalerie (10 escadrons) du Ve corps.

Bien que placés à la tête du gros et n'ayant environ que 6 kilomètres à parcourir (écoulement non compris), ces deux groupes mettent 1 h. 15 min. à entrer en action. Mais leur mouvement est arrêté un instant par l'apparition inopinée de la cavalerie ennemie près de la scierie à l'est de Fleigneux, et continué seulement après le refoulement de cette cavalerie par les escadrons prussiens.

A 11 heures, débouchent 2 batteries de la 2e division.

Le Ve corps, sachant son artillerie suffisamment protégée par sa cavalerie et l'infanterie du XIe corps, ralentit sa marche et se repose un instant. Aussi le complément de l'artillerie ne se presse plus et débouche seulement à midi.

En résumé, *il a suffi d'une heure et demie pour engager toute l'artillerie du corps d'armée* (moins 2 batteries), sous la seule protection de la cavalerie du corps et de l'infanterie d'un corps d'armée voisin.

XIIe corps. — Les troupes du XIIe corps, réparties en différents cantonnements, à quelques kilomètres au sud et

Digitized by Google

au sud-est de Douzy, passent successivement à ce dernier point pour, de là, marcher en une seule colonne sur la Moncelle.

L'avant-garde, forte d'une brigade et d'une batterie, était engagée à la Moncelle dès 6 heures du matin, après avoir parcouru 6 kilomètres. Le gros marchait très en arrière de l'avant-garde qui avait une forte avance. Un seul bataillon précédait l'artillerie de la 1re division que suivaient la 2e brigade, l'artillerie de corps et, enfin, la 2e division ayant en tête son artillerie divisionnaire.

A 7 heures, le général commandant le XIIe corps demande toutes ses batteries. A ce moment même, débouchait l'artillerie de la 1re division renforçant celle de l'avant-garde.

A 8 heures, l'artillerie de corps, après avoir doublé l'infanterie et parcouru 6 kilomètres environ, était entrée en action.

A 9 heures, s'engage la moitié de l'artillerie de la 2e division. A cette même heure, seulement, débouchait la tête du gros de la colonne; l'artillerie de corps était donc, sur celle-ci, en avance d'une heure environ. De même, la tête de la 2e division apparaissait sur le champ de bataille une heure après son artillerie.

En somme, ici encore, *presque toute l'artillerie du corps d'armée a été engagée en 2 heures* sous la seule protection de la cavalerie du corps et d'une brigade d'infanterie.

Corps de la garde. — La garde marchait sur deux colonnes; il n'y aurait donc pas lieu d'en étudier ici le déploiement si l'on n'y trouvait un exemple, bon à retenir, de la mobilité de son artillerie.

Deux batteries divisionnaires, parties de Sachy sous l'escorte de deux escadrons, précédaient au trot la 2e division d'infanterie et marchaient sur Francheval par Pouru-Saint-Remy. Là, elles sont rejointes par les quatre batteries montées de l'artillerie de corps « qui s'étaient mises au « trot dès la sortie de Carignan où elles avaient cantonné ».

Digitized by Google

Arrivées à Francheval, ces 6 batteries montées reçoivent l'ordre de gagner Villers-Cernay au plus vite. « Elles forcent l'allure » pendant 3 kilomètres encore, traversent le village avant l'arrivée de la 1re division et ouvrent le feu à *9 heures* du matin.

18 kilomètres séparent Carignan de la position prise par ces batteries à l'est de Villers-Cernay.

La relation de la bataille de Sedan par le grand état-major prussien est muette sur les heures de départ des cantonnements de cette artillerie. On ne peut donc fixer exactement la vitesse réalisée par ces 6 batteries montées; mais les termes mêmes du récit officiel permettent de la croire très grande.

Ce récit, plus explicite en ce qui concerne les batteries à cheval de ce même corps d'armée, dit que celles-ci « rassemblées à l'ouest d'Osnes, poussèrent *aussi d'un seul temps de trot* jusqu'à Francheval ». Il y a *10 kilomètres* environ; c'est une vitesse assurément exceptionnelle, même pour des batteries à cheval.

En résumé :

1° Durant la guerre de 1870, l'artillerie allemande a presque toujours été appelée en avant des colonnes — division ou corps d'armée — auxquelles elle appartenait;

2° Quand un corps marchait en colonne sur une seule route, il lui a généralement suffi de *2 heures* pour engager toute son artillerie et d'*une heure* pour mettre en ligne son artillerie de corps et celle de sa première division. Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que chaque batterie ne devançait ordinairement les colonnes qu'avec 6 pièces et 3 caissons [1].

M. Guitry, *Capitaine d'artillerie,*
Aide de camp de M. le général Liégeard.

(*A suivre.*)

[1] Il faut tenir compte aussi de ce que l'effectif de ces corps d'armée, tenant la campagne depuis un certain temps, était un peu au-dessous du chiffre normal et que, par conséquent, les colonnes d'infanterie étaient un peu moins longues. On sait, toutefois, qu'on admet les longueurs normales pour les effectifs nouveaux, tant que ceux-ci ne descendent pas au-dessous de 200 fusils par compagnie.

Digitized by Google

RENSEIGNEMENTS DIVERS

Allemagne : Le niveau universel du lieutenant-colonel Bode (Pl. V, fig. 1). — Le lieutenant-colonel Bode a construit un niveau de pointage avec échelle des distances, préparé pour le tir à obus ou à shrapnels des pièces de campagne, de siège, de place et de côte. L'inventeur s'était imposé les conditions suivantes : obtenir une approximation de $\frac{1}{32}$ de degré pour l'évaluation des angles au moyen du vernier ; — avoir un niveau sensible à $\frac{1}{64}$ de degré ; — porter la graduation en distances jusqu'à 3 600 mètres au moins pour les obus, et jusqu'à 3 500 ou 4 500 mètres pour les shrapnels, suivant les calibres ; — tenir compte, au moyen du niveau lui-même, des angles de site jusqu'à $\pm$ 5° ; — pouvoir passer rapidement du tir à obus au tir à shrapnels ; — avoir un instrument léger, maniable, de petite dimension, d'un usage facile, utilisable avec les facettes de pointage des canons existants, et dont le réglage pût à chaque instant être vérifié et rectifié.

Le niveau Bode se compose d'un limbe gradué, d'une amplitude d'un quart de cercle, mobile autour d'un axe horizontal *a* ; une vis sans fin *u* tourne dans un écrou brisé porté par le limbe et muni d'une vis de serrage *q* : au moyen de la vis *u*, on peut déplacer le quart de cercle dans son plan ; en serrant la vis *q*, on l'assujettit dans sa position ; un ressort *r* soutient le limbe à l'extrémité opposée.

Le niveau à bulle d'air est mobile autour d'un axe *b* et porte un vernier donnant le $\frac{1}{32}$ de degré et même le $\frac{1}{64}$, pour un opérateur un peu exercé. La tranche extérieure du vernier présente un arc denté *c* qui engrène avec une vis sans fin *v* soutenue par deux supports *m* et *n* fixés au limbe. Cette vis est munie d'un tambour *t* sur la surface duquel sont tracées en hélice une graduation en portées et une

Digitized by Google

graduation en degrés. Un index fixe i glisse dans une rainure en spirale lorsqu'on tourne le tambour.

La vis u porte aussi un tambour t_1, gradué de $-5°$ à $+5°$ le long d'une rainure en hélice dans laquelle glisse le bouton x d'un curseur l muni de deux index p et j. La pointe p marque les divisions du tambour, la pointe j des divisions correspondantes tracées sur le limbe.

Pour se servir de l'instrument, on commence par pointer la pièce sur le but avec la hausse zéro. Puis on pose le niveau sur ses facettes, l'index i sur la croix qui marque le zéro du tambour t, et l'index p sur le zéro du tambour t_1; on desserre la vis de serrage q, et en manœuvrant le tambour t_1 on ramène la bulle entre ses repères, puis on serre la vis q. L'angle de site se trouve ainsi éliminé; on peut lire sa valeur en regard de l'une des pointes p ou j, et la communiquer aux pièces qui ne verraient pas le but. Ceci fait, on donne l'angle, en tournant le tambour t jusqu'à ce que l'index i vienne en regard de la distance indiquée : ce mouvement amène la fiole dans la position convenable pour le tir. On peut lire l'angle de tir, soit sur le tambour avec une approximation grossière, soit sur le limbe, à $\frac{1}{64}$ de degré près. Les corrections du réglage se font au moyen du tambour t.

Ce qui précède s'applique au tir à obus. Pour le tir à shrapnels, il faut augmenter la distance de tir d'une quantité variable avec cette distance : les corrections à faire sont indiquées sur une petite plaque portée par la boîte du niveau, et où on lit que, pour le shrapnel du canon lourd de campagne, par exemple, il faut augmenter la distance de tir de 50 mètres entre 400 et 1 000 mètres, de 75 mètres entre 1 000 et 2 800 mètres, etc.

L'instrument est réglé quand, l'ayant posé sur un plan horizontal, l'index i étant sur la croix du tambour t et la pointe p sur le zéro du tambour t_1, on constate que le vernier et la pointe j marquent zéro, et que la bulle du niveau est entre ses repères. Si ces conditions ne sont pas rem-

Digitized by Google

plies, il faut régler l'instrument en déplaçant les deux tambours autour de leurs axes. On peut à chaque instant vérifier le réglage, en constatant l'accord entre les indications des pointes *p* et *j* d'une part, de l'index *i* et du vernier d'autre part.

Le niveau universel s'applique à toutes les bouches à feu : il suffit, en changeant de calibre, de changer le tambour *t* et la plaque portant les indications relatives au tir des shrapnels. Cet instrument réalise, d'après son inventeur, toutes les conditions que l'on peut demander à un bon niveau et qu'il s'était lui-même imposées. Son emploi est facile, et les canonniers apprennent rapidement à en faire usage. (Extrait de l'*Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere*, février 1885.)

Angleterre : Machine à creuser les tranchées. (Pl. V, fig. 2 à 8.) — Le major Armstrong, du génie anglais, a imaginé et mis en expériences une machine à creuser les tranchées, qui rejette automatiquement les terres sur le parapet, de façon à construire elle-même le masque qui la défile des vues de l'ennemi. Cette idée est réalisée, en principe, au moyen d'un excavateur qui creuse le sol, et d'un éjecteur animé d'un mouvement de rotation autour d'un axe incliné à 45° sur l'horizon ; les terres sont projetées, dans le plan de la rotation, suivant une tangente au cercle décrit par l'instrument (fig. 7). L'inventeur a étudié deux types différents de machines : la première, destinée aux tranchées de faible profil, est manœuvrée à bras par un seul homme ; la seconde, pour les cheminements plus profonds, doit être actionnée par un moteur mécanique.

La machine du premier type, mise en mouvement au moyen d'une manivelle, réalise un travail quadruple de celui qu'exécuterait un homme muni des outils ordinaires de terrassier. L'instrument (fig. 2) repose sur un plateau A muni au centre d'un axe creux D ; celui-ci renferme un second tube creux C, dans lequel est introduit un

Digitized by Google

arbre B ; ce dernier porte l'excavateur S, formé d'une vis conique à large surface. Le tube C est muni à sa partie inférieure d'une traverse porte-éjecteur K, placée entre le plateau A et l'excavateur S. La traverse K tourne sous l'action directe d'une manivelle E fixée à la partie supérieure du tube C et munie excentriquement de deux pignons I, J, calés sur un même axe. Quand on agit sur la manivelle, le pignon J engrène avec une roue dentée fixe H portée par l'axe D, et fait tourner le pignon I qui communique son mouvement de rotation à une roue G calée sur l'arbre B de l'excavateur. L'équipage des roues dentées G, H, I, J est calculé de telle sorte que la vitesse angulaire de l'excavateur est égale à $\frac{1}{24}$ de celle de l'éjecteur.

Ce dernier (fig. 3) se compose de deux godets M,M′ portés par deux bras L,L′ mobiles autour des extrémités de la traverse K, et munis de forts ressorts à deux branches N,N′. Deux tenons P et Q sont fixés sur le plateau A de façon à passer librement sous la traverse K, mais à buter, l'un contre les ressorts N,N′, l'autre contre les bras L,L′. Ce sont ces deux tenons qui assurent le fonctionnement de l'éjecteur. Considérons le godet M au moment où il va toucher le sol : prenant appui sur la traverse K, il s'emplit de terre et se relève, entraîné par la rotation de la traverse. Bientôt le ressort N vient buter contre le tenon P et se comprime de plus en plus à mesure que le mouvement se continue ; la réaction du ressort pousse alors le bras L en avant, et celui-ci prend la position indiquée en L′ sur la figure. A ce moment, il est brusquement arrêté par le tenon Q ; en vertu de la vitesse acquise, la terre contenue dans le godet est projetée dans la direction de la flèche ; un instant après, le ressort N se dégage du tenon P, et le bras L, repoussé par le tenon Q, revient se coucher sur la traverse K. Les mouvements du godet M′ s'opèrent de la même façon, à un intervalle de un demi-tour du précédent. Un petit appareil de réglage R permet de changer, dans de certaines limites, la position des te-

Digitized by Google

nons P et Q, et par conséquent de varier à volonté les conditions du mouvement de l'éjecteur.

Comme organes accessoires, notons le chariot T, le levier O et la roulette W.

Cet instrument creuse une tranchée à profil elliptique, qu'on modifie ensuite en élargissant le fond par les moyens ordinaires. L'inventeur estime que sa machine, servie par quatre ou cinq hommes, agissant à tour de rôle sur la manivelle, pourra, en terrain facile et à la vitesse de 60 tours par minute, avancer de $12^m,20$ à l'heure, en creusant une excavation de $0^m,61$ de largeur sur $0^m,46$ de profondeur.

Le second type proposé par le major Armstrong (fig. 4 et 5) ne diffère du type précédent que par les dimensions et certains détails. Au lieu d'être manœuvré à la main, il est mis en mouvement par une machine agissant sur une vis sans fin Z qui engrène avec une roue dentée portée par le tube C. L'éjecteur est à trois branches (fig. 5), et ne tourne plus que dix fois plus vite que l'excavateur. L'appareil est porté, comme dans le cas précédent, par un chariot relié à une roulette W, et par deux galets *r* (fig. 6) qui roulent sur le terrain naturel, au bord de la tranchée. Le moteur employé dans les expériences est une machine électro-dynamique. Ce second appareil avance, en terrain facile et homogène, de $36^m,60$ à l'heure, l'excavateur faisant 4 tours et l'éjecteur 40 tours à la minute. La tranchée a $1^m,22$ de largeur et $0^m,92$ de profondeur.

Une autre innovation proposée par le même inventeur consiste dans l'emploi de plaques de fer, au lieu de gabions, pour le revêtement du talus intérieur des ouvrages de fortification rapide. Ces plaques seraient assujetties par des tirants en fer à d'autres plaques enterrées dans le parapet (fig. 8). Ce procédé aurait l'avantage d'employer un matériel moins considérable que la gabionnade, de présenter une sécurité plus grande contre l'incendie, et d'exiger un travail bien moindre pour la construction du revêtement. (*Rivista di Artigliera e Genio*, février 1885.)

Digitized by Google

États-Unis : Canon multicharge Lyman Haskell. — Les expériences avec le canon de 6 pouces Lyman Haskell, interrompues à la suite d'un accident survenu après le 33e coup, ont été reprises au polygone de Sandy-Hook (1). Le canon fut mis hors de service au 53e coup. Les deux derniers coups furent tirés dans les conditions suivantes :

1° Charge de la chambre à poudre postérieure 8kg,620 ; charge totale des quatre autres chambres 43kg,600 ; poids du projectile 70kg,3 ; vitesse initiale 518 mètres ; portée, sous l'angle de 8° 1/2, 5 550 mètres ;

2° Charge de la chambre à poudre postérieure 8kg,620 ; charge des quatre autres chambres 45kg,370 ; poids du projectile 50kg,4; vitesse initiale 611 mètres ; portée, sous l'angle de 8° 1/2, 6 175 mètres.

Dans son rapport annuel sur l'état de l'artillerie aux États-Unis, le *Chief of Ordnance* donne son appréciation sur le nouveau canon :

Le canon multicharge de 6 pouces (152mm,4), dit le rapport, pèse 25 tonnes et lance un projectile de 49kg,9 avec une charge de 49kg,4 de poudre. Dans ces conditions, il donne une vitesse initiale de 590 mètres, une force vive de 18tm,8 par centimètre de circonférence du projectile, et de 0tm,34 par centimètre de circonférence et par kilogramme de poudre. Si l'on compare le canon Haskell au canon Armstrong de 6 pouces se chargeant par la culasse, on constate que ce dernier ne pèse que 4 tonnes et imprime, avec une charge de 15kg,4, une vitesse initiale de 610 mètres à un projectile de 31kg,8. La force vive est de 13tm,2 par centimètre de circonférence du projectile, et de 0tm,86 par centimètre de circonférence et par kilogramme de poudre.

En prenant pour ces deux canons la force vive par tonne de métal du canon, on obtient pour le premier 1tm,9 et pour le second, 8tm,3.

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, février 1884, t. XXIII, p. 450.

Digitized by Google

Mais, si, au lieu de comparer le canon Haskell à un canon de même calibre, on le compare à un canon de même poids, l'avantage ne reste pas au multicharge. Prenons le canon Whitworth de $9^{po},5$ (267^{mm}), qui pèse 20 tonnes, c'est-à-dire 5 tonnes de moins que le canon proposé. Sa charge est de $89^{kg},360$, son projectile pèse $182^{kg},8$ et est lancé avec une vitesse initiale de 609 mètres; la force vive par centimètre de circonférence et par kilogramme de poudre est de $0^{tm},588$, et la force vive par tonne de métal est de $5^{tm},6$. Tous ces chiffres sont à l'avantage du canon Whitworth.

En conséquence, le rapport conclut au rejet du canon multicharge, auquel il adresse plusieurs reproches relatifs à sa longueur, aux erreurs possibles dans le chargement, aux formes compliquées de la bouche à feu, à son prix de revient beaucoup trop élevé, et à sa puissance relativement peu considérable.

M. Haskell n'admet pas les conclusions du rapport. Les considérations qu'il renferme, dit-il, sont fondées sur ces données du premier tir exécuté, et non pas sur les résultats du deuxième, qui ont montré le nouvel engin sous un jour bien plus favorable. On reproche au multicharge de donner, dans le fer forgé, des pénétrations bien inférieures à celles des canons Whitworth et des canons Krupp de 21^{c} et de 24^{c}, mais les dernières expériences ont prouvé que sa puissance est bien près d'égaler celle des gros canons allemands, malgré la différence de calibre. L'inventeur réfute de même les autres reproches adressés à son arme.

Une somme de 250 000 fr. a été demandée au Parlement par M. Haskell, pour la construction de trois nouvelles bouches à feu de différents calibres, munies de deux ou de quatre chambres à poudre supplémentaires. Il espère, avec ces nouveaux canons, éviter les accidents survenus avec le premier canon de 6 pouces qui présentait de nombreux défauts de construction, et obtenir dans le fer

Digitized by Google

forgé une puissance de perforation de 56c, égale à celle du canon de 24c Krupp, sans dépasser la pression de 2 250kg par centimètre carré.

(D'après l'*Engineering* et l'*Army and Navy Journal.*)

Italie : Budget extraordinaire de la guerre pour huit années. — Le ministre de la guerre avait demandé, à la fin de 1884, un crédit extraordinaire de 243 278 600 fr. pour achever les travaux de défense du pays et la construction du matériel des différents services. La commission du budget a réduit ce chiffre à la somme de 215 435 000 fr., se répartissant de la façon suivante :

1° 23 400 000 fr. pour les armes portatives. Cette somme sera employée à la fabrication de 400 000 fusils nouveaux, avec 65 cartouches par arme. L'armée disposera alors de 1 400 000 fusils, plus 500 000 fusils transformés pour la milice.

2° 4 785 000 fr. pour le matériel de l'artillerie de campagne, qui sera augmenté de 24 batteries de 9c et de 2 batteries de 7c à cheval. Sur cette allocation seront aussi prélevés les frais de construction d'un certain nombre d'affûts de rechange, et la dépense relative au remplacement de l'ancienne fusée pour shrapnels par la fusée nouveau modèle.

3° 20 000 000 fr. pour l'armement des forteresses, qui comprendra 1 200 pièces de tous calibres : canons de 21c, de 15c, de 12c, mortiers rayés de 24c, de 15c, de 9c, canons à tir rapide et mitrailleuses.

4° 19 600 000 fr. pour l'artillerie de côte. On compte construire 150 obusiers de 28c et un grand nombre d'autres pièces de fort calibre.

5° 57 500 000 fr. pour les ouvrages de défense des côtes, comprenant quelques fortins dans l'île d'Elbe, plusieurs batteries sur le promontoire d'Argentaro, un des points possibles de débarquement sur la côte ouest de

Digitized by Google

l'Italie, et différents ouvrages à Gênes, Livourne, Luques, Gaëte, Messine et Tarente.

6° 26 500 000 fr. pour les forts d'arrêt. Dans les Alpes, on doit construire un fort nouveau au Mont-Cenis, améliorer les ouvrages d'Exilles et de Fenestrelle, perfectionner la défense de l'Assietta et élever des batteries supplémentaires dans la vallée de la Stura et à Vinadio. Dans les Apennins, il reste à achever les forts de Zuccarello, Melagno, Altare et Turchino. Enfin, on doit jeter plusieurs ponts sur la Piave.

7° 20 000 000 fr. pour les places de l'intérieur, dont dix millions pour Rome et dix millions pour Capoue.

8° 13 000 000 fr. pour la construction de la digue et des batteries cuirassées de la Spezia.

9° 10 000 000 fr. pour l'établissement de chemins de fer stratégiques.

10° 9 350 000 fr. pour l'habillement et les approvisionnements de mobilisation.

11° 4 500 000 fr. pour l'installation de champs de tir pour l'infanterie et pour l'artillerie, et la construction de manèges et de magasins.

12° 4 800 000 fr. pour la construction de différents établissements militaires, casernes, manutentions, etc.

13° 2 000 000 fr. pour le matériel du génie.

A ce crédit viendra s'ajouter le reliquat des sommes allouées au département de la guerre par les lois de 1882, se montant à 79 065 000 fr. Les sommes votées en 1882 s'élevaient à 141 180 000 fr.; on voit donc que l'Italie se propose de dépenser au total pour sa défense plus de 350 millions.

Les crédits nouveaux seront répartis sur huit exercices consécutifs, de 1885 à 1892. On demande, pour l'année 1885, une somme de 28 668 500 fr., dont 3 775 500 fr. pour les armes portatives, 2 530 000 fr. pour l'artillerie de campagne, 3 553 600 fr. pour l'artillerie de côte et les expériences relatives aux canons de gros

Digitized by Google

calibres, 5 775 000 fr. pour la défense des côtes, 7 750 000 francs pour les forts d'arrêt, 4 198 000 fr. pour la Spezia, et 1 086 400 fr. pour la construction d'établissements militaires. Au budget extraordinaire de la même année s'ajoute une somme de 26 527 500 fr., allouée à l'exercice 1885 par les lois des 30 juin et 5 juillet 1882.

(D'après l'*Esercito italiano*, l'*Italia militare*, l'*Armeeblatt*, et les *Mittheilungen uber Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens*.)

Serbie : Adoption d'un nouveau matériel de campagne et de montagne. — A la suite des expériences comparatives exécutées à la fin de l'année dernière (1), le gouverneur serbe a adopté les dispositions principales du matériel qui sera donné prochainement aux batteries de campagne et de montagne.

Les premières seront armées d'un canon de 80mil, du système de Bange, monté sur un affût métallique dont l'essieu doit porter deux sièges de servants. Les avant-trains et les caissons seront également métalliques, et seront pourvus de coffres à tiroirs.

Les batteries de montagne seront armées d'un canon de 80mil, semblable au canon français ; l'affût est métallique, à flèche longue, d'une seule pièce, avec enrayures à ressort.

Les types de projectiles ne sont pas encore définitivement arrêtés. Les fusées doivent être : une fusée percutante fonctionnant par inertie et une fusée à double effet, à cadran.

La *Revue* donnera plus tard sur ce matériel les détails qui lui paraîtront de nature à intéresser les lecteurs.

Ce matériel doit être construit par la Société des anciens établissements Cail qui a reçu la commande de 7 batteries de montagne et de 45 batteries de campagne, comprenant chacune 6 pièces, 1 affût de rechange et 8 caissons (2).

(1) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t. XXV, p. 373.

(2) Les tubes, les frettes, les tôles pour affûts, etc., seront fournis par les aciéries de Saint-Chamond.

Digitized by Google

NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES.

Die russischen Sommerlager 1884, mit besonderer Berücksichtigung des Lagers von Krasnoë-Selo. — Conférence par M. le lieutenant Drygalski, de l'armée prussienne.— Berlin, Eisenschmidt, 1885.

Le lieutenant Drygalski, déjà connu par ses études sur l'armée russe, a passé, l'été dernier, deux mois en Russie. Il a visité les camps d'instruction de Varsovie, de Moscou, de Krasnoë-Selo, ainsi qu'un grand nombre de garnisons russes. Ses impressions se trouvent résumées dans une conférence, pleine de faits et d'observations, qu'il a faite à Berlin en décembre 1884.

L'auteur donne des détails intéressants sur la vie intérieure des troupes et du corps d'officiers, que sa connaissance de la langue et des recommandations parties de très haut lui ont permis de fréquenter particulièrement.

Il constate, tout d'abord, que les officiers russes vivent moins en commun qu'il n'est d'usage en Allemagne, et que, en dehors des manœuvres d'été, qui réunissent forcément dans un même camp des troupes nombreuses, il est à peu près impossible de se faire une idée d'ensemble de la société militaire russe. On ne peut guère aborder que des personnalités isolées, qui sont nécessairement, dit-il, les plus distinguées. Il insiste sur le développement pris par les manœuvres d'été qui sont, par suite des nécessités climatologiques du pays, une des caractéristiques de la vie militaire en Russie. En 1884, les quatre cinquièmes des bataillons, escadrons et batteries ont pris part à ces manœuvres.

Bien qu'en général, les camps d'Europe ne contiennent pas plus d'une division avec son artillerie, les camps de Vilna, Varsovie, Moscou, Kiev, Odessa et Krasnoë-Selo reçoivent jusqu'à 5 et 6 divisions de toutes armes, qui s'y exercent en même temps sur le même terrain.

Digitized by Google

L'auteur fait ensuite une étude particulière du camp de Krasnoë-Selo, dont il donne un croquis. Le terrain strictement réservé à l'autorité militaire ne mesure pas plus de 12 à 15 kilomètres carrés, mais il ressort des opérations à double action racontées par le lieutenant Drygalski, que les limites en sont fréquemment franchies. Les troupes y sont campées, soit sous la tente, soit dans des baraquements fixes, dont la disposition rappelle le camp de Châlons. A Krasnoë-Selo, se trouvent aussi une École de tir pour les officiers d'infanterie et d'artillerie, une École de *Junkers,* une École supérieure pour les officiers de cavalerie et une École d'équitation.

Le terrain de manœuvres est généralement découvert, mais mouvementé et, malgré son étendue, ne permet pas de faire manœuvrer plus d'une fois par jour les 60 bataillons et les 48 escadrons qui y sont ordinairement réunis. Pour éviter les malentendus, les confusions possibles entre les troupes qui prennent part à une foule de manœuvres à double action distinctes les unes des autres, l'état-major doit prévoir et réglementer dans tous leurs détails les moindres exercices, de façon que l'intérêt de l'imprévu fait souvent défaut.

L'*infanterie* envoie ses régiments au camp vers le milieu de juin, et les exercices des trois armes combinées commencent à la fin de juillet; l'école de bataillon, de régiment ou de brigade dure donc environ 5 à 6 semaines; mais on revient souvent sur les instructions déjà traitées et le tir à la cible, en particulier, continue pendant toute la durée du séjour au camp.

Les manœuvres contre un ennemi figuré, ou tout au moins supposé, sont employées dès l'école de bataillon, presque à l'exclusion de toute manœuvre de mécanisme.

Les règlements de manœuvres ne diffèrent de ceux de l'armée prussienne que par des points de détail, notamment par l'usage de la marche par le flanc à files doublées. La direction du combat des tirailleurs paraît un

Digitized by Google

peu incertaine, les réserves sont trop vite arrivées sur la chaîne ; les invraisemblances sont fréquentes, surtout quand on opère avec des unités à effectif non renforcé. Ainsi, les compagnies dont l'effectif normal est de 100 hommes ne parviennent jamais à mettre en ligne plus de 30 files. On est réduit à grouper le plus souvent ensemble quatre compagnies pour en former une sur le pied de guerre ; on en fait autant avec les quatre bataillons d'un même régiment, et même avec les quatre régiments d'une même division.

On paraît attacher, dans l'armée russe, moins de prix que dans l'armée prussienne à l'extrême raideur du maintien et au compassé de la marche. Les hommes marchent habituellement au pas cadencé, même en terrain varié, mais on leur fait prendre cette habitude au moyen de la musique et du tambour et non par une décomposition scientifique des mouvements, comme cela a lieu en Allemagne. L'alignement s'obtient aussi par l'habitude, la tête des hommes reste directe, et le caractère de toutes les manœuvres est une remarquable aisance.

Les exercices de tir sont en grande faveur en Russie, où on les exécute sans aucune des précautions en usage dans les autres pays. On espère habituer ainsi les hommes au sifflement des balles. Des inspections sévères et consciencieuses enregistrent les résultats du tir obtenus par chaque compagnie.

Le seul point où se laisse voir la recherche de l'effet et du coup d'œil est l'uniformité de la tenue, de la couleur des cheveux et même des traits du visage, qui est recherchée pour les soldats d'une même unité.

La *cavalerie* est en pleine voie de transformation ; uhlans, hussards, cuirassiers portent aujourd'hui le fusil à baïonnette et le sabre recourbé du dragon. Les uns et les autres doivent savoir, non seulement attaquer et défendre les retranchements, mais encore organiser et occuper les positions en attendant l'arrivée de l'infanterie. On est pénétré,

Digitized by Google

en Russie, de l'importance que sont destinées à prendre les localités du champ de bataille et l'on fonde à ce sujet de grandes espérances sur le combat à pied de la cavalerie. On ne semble pas craindre de faire perdre à cette arme l'esprit particulier qui l'anime, et, de fait, les anciens dragons n'avaient pas l'esprit moins cavalier que les uhlans ou les hussards.

S'il est vrai que la cavalerie russe présente à ce point de vue une infériorité notable par rapport à la cavalerie prussienne, ce n'est pas à l'usage du combat à pied qu'il faut l'attribuer, mais bien au discrédit dont souffre l'équitation en Russie. On y abuse de la voiture ; les officiers les plus vigoureux considèrent comme de mauvais ton de se rendre à cheval au terrain de manœuvres ; le sport équestre est peu cultivé, le manège peu fréquenté. Toutefois, une réaction, dont les effets se font déjà sentir, tend à ranimer dans l'armée le goût et la pratique du cheval.

On sait que les régiments russes comportent six escadrons et, qu'en revanche, leurs divisions ne comptent que quatre régiments ; mais le dernier règlement fait prévoir un changement possible dans cette organisation, en traçant des règles applicables à des masses de quatre ou de six régiments.

Ces divisions prennent part chaque année, pendant deux à six semaines, à des manœuvres à double action. Chaque division forme deux ou trois lignes, suivant les circonstances, et se porte ensuite à l'attaque avec des ménagements et une lenteur qui paraissent étonner l'auteur.

L'allure et les évolutions lui semblent plus lentes encore dans les régiments de cosaques, auxquels il conteste même la possibilité de prendre un galop régulier. Son impression d'ensemble est que toute cette cavalerie manque de vigueur et d'entrain.

L'*artillerie* — dont l'auteur déclare parler en profane — lui paraît être celle des trois armes qui tient le mieux

Digitized by Google

son rang, tant au point de vue technique qu'au point de vue du matériel.

Chaque été, les batteries tirent environ 80 coups par pièce, dont un tiers d'obus et deux tiers de shrapnels. Cette allocation, considérée partout comme insuffisante, va être augmentée. L'auteur a vu tirer deux batteries (à 4 pièces) et manœuvrer une batterie à cheval. Cette dernière a produit sur lui une vive impression.

Le quartier des artilleurs lui a paru plus confortable que celui des autres troupes russes ; leur couchage et leur ordinaire (7 kopecks) sont aussi bien supérieurs à ceux de l'infanterie. Quant aux officiers, ils lui ont semblé plus distingués que ceux des autres armes.

Jusqu'ici, les officiers d'artillerie avaient été assimilés aux officiers d'infanterie pourvus du grade immédiatement supérieur au leur. Bien que ce privilège ait été supprimé dernièrement, l'instruction technique et la culture scientifique font toujours du corps d'officiers de l'artillerie russe un corps d'élite. L'instruction entraîne, d'ailleurs, de tels frais en Russie qu'elle est presque une garantie certaine de bonne éducation.

Le tir de l'artillerie en grandes masses a été aussi employé à Mojaïsk : 39 batteries, dont 5 à cheval, y ont pris part.

Les exercices du champ de tir sont terminés par un tir d'inspection, où les commandants de batterie ou de groupe sont l'objet d'une critique sérieuse, tant au point de vue tactique qu'au point de vue technique. Une commission, dans laquelle figurent des officiers d'état-major à côté d'officiers d'artillerie, est chargée de régler les conditions du tir et le programme de la manœuvre. Tous les ordres donnés par chaque chef d'unité sont soigneusement conservés, puis discutés.

L'auteur termine sa conférence par l'examen de plusieurs opérations en terrain varié et insiste sur le développement que tendraient à prendre les manœuvres à simple

Digitized by Google

action des trois armes combinées, avec cartouches à balles et projectiles explosifs.

En résumé, la lecture de cette brochure donne une haute idée de l'activité militaire qui règne dans les camps d'instruction de la Russie; elle peut devenir, surtout au point de vue de la direction donnée à la cavalerie, l'objet d'utiles réflexions.

Guerras irregulares, par M. le commandant Don J. I. Chacon (Madrid, 1884). Tome II.

Dans un premier volume [1], M. le commandant Chacon a défini la *guerre irrégulière* et traité avec détails l'organisation des armées ou des corps d'armée plus spécialement destinés à ce genre d'opérations. Il vient de compléter son œuvre par la publication d'un deuxième volume qui est un véritable traité de tactique approprié aux *guerres irrégulières*.

Dans les 14 chapitres qui le composent, l'auteur étudie successivement :

Le terrain; les voies de communication; les fortifications; l'organisation et l'emploi des camps retranchés et des lignes de défense; la conduite et l'exécution de certaines opérations de guerre; les plans de campagne; la guerre dans la montagne et dans les pays boisés; les marches; le stationnement; les convois; les reconnaissances; le combat offensif et le combat défensif.

Bien que les développements de l'auteur aient surtout en vue les guerres irrégulières, les préceptes qu'il formule pourraient être, le plus souvent, d'une application générale. Nous signalerons seulement quelques-unes des idées émises par M. le commandant Chacon au sujet de l'emploi de l'artillerie sur le champ de bataille.

Déterminer l'emplacement des batteries en s'inspirant du but final à atteindre; la position choisie doit permettre

[1] Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t. XXV, p. 377.

Digitized by Google

à l'artillerie d'agir le plus longtemps possible et d'éviter les déplacements inutiles.

La distance minimum à garder entre les batteries et l'infanterie adverse est déterminée par la bonne portée des feux de mousqueterie.

En général, les positions dominantes sont bonnes; il ne faut cependant pas placer les pièces en des points trop élevés: une batterie qui n'aperçoit pas le pied de la hauteur sur laquelle elle est établie est dans une mauvaise situation.

Éviter de placer les pièces dans le voisinage des bois ou sur des terrains rocheux favorables à l'éclatement.

Enfin, d'après le commandant Chacon, les troupes de soutien affectées aux batteries doivent être aux ordres du commandant de l'artillerie.

Au cours de son étude, l'auteur cite de nombreux exemples puisés dans l'histoire des guerres contemporaines; il tient à placer, en regard de ses idées personnelles, ces exemples et l'opinion de généraux ayant fait la *guerre irrégulière;* aussi son ouvrage constitue-t-il un ensemble très étudié et très intéressant. Nous en recommandons la lecture aux officiers.

Considérations sur la guerre de siège, par M. le capitaine Rollinger, du 1er bataillon d'artillerie de forteresse. — Vienne, Seidel und Sohn.

Sous le titre de *Vortræge über den Festungskrieg,* M. le capitaine Rollinger a publié le cours qu'il professe sur la guerre de siège à l'École des cadets d'artillerie de Vienne.

Très complet, sous une forme concise, cet ouvrage est divisé en quatre parties qui traitent successivement : des moyens dont on dispose dans la guerre de siège, de la mise en état de défense d'une place, du siège de celle-ci, et enfin d'une histoire sommaire de la guerre de siège.

Une disposition particulièrement favorable à l'enseignement consiste dans la manière dont le capitaine Rol-

Digitized by Google

linger a compris l'application de l'histoire à son sujet. Dans la dernière partie de l'ouvrage, il expose d'abord très sommairement le développement historique des principes de la guerre de siège, et raconte ensuite avec détail les sièges de Sébastopol, Strasbourg, Belfort et Plewna. Mais, d'autre part, il ne cesse, dans le courant des trois premières parties, de s'appuyer sur des exemples historiques bien choisis, de manière à mieux faire comprendre et retenir les principes qu'il développe.

Il est à remarquer, de plus, qu'il se montre constamment préoccupé d'interpréter avec toute l'impartialité que l'on peut désirer les faits dont il est ainsi amené à parler. La plupart des ouvrages qui essayent de fixer des règles destinées à prévaloir, à l'avenir, dans l'attaque des places sont obligés, en effet, de le faire d'une manière toute théorique, étant donnés les progrès considérables que toutes les puissances viennent de réaliser ou préparent encore dans leur armement. Trop souvent les considérations historiques amènent à des conclusions hasardées, quand on ne se pénètre pas bien de cette idée que les dernières guerres n'ont offert nulle part l'exemple de l'attaque, avec le matériel moderne, d'une place nouvelle, énergiquement défendue et munie elle-même de toutes les ressources qu'on affecte aujourd'hui à la défense. « Comment s'expliquer que Strasbourg, sur 21 000 hommes de garnison, n'ait eu que quatre sapeurs du génie; que Toul n'ait pas possédé un seul canonnier; que Marsal n'en ait eu qu'un et le fort Mortier quatre seulement, pour des armements respectifs de 71, 18 et 1 pièces; que Longwy ait bien eu, au début, un gouverneur, mais point de garnison, et que la garnison de Metz n'ait été constituée que quelques jours après la déclaration de guerre! »

Il ne suffit donc pas de raconter des faits pour avoir accompli d'utile besogne; la véritable difficulté consiste à choisir ces faits, puis à les discuter, et M. le capitaine Rollinger, en se tirant à son honneur de cette partie

Digitized by Google

de sa tâche, a écrit un ouvrage utile à consulter pour tous ceux qui s'occupent de l'étude de la guerre de siège, et dont la méthode est recommandable pour la rédaction d'un cours sur ce sujet. Nous aurons d'ailleurs occasion, au courant d'un prochain article, de revenir sur cet intéressant travail.

Escuela practica del segundo regimiento de zapadores-minadores en 1884, par M. le commandant DE LA LLAVE Y GARCIA (Madrid, 1885).

M. le commandant de la Llave y Garcia vient de faire paraître une courte notice sur les travaux exécutés en 1884 par l'école pratique du 2e régiment de sapeurs-mineurs.

Dans l'ordre où il les examine, ces travaux sont : des ouvrages de fortifications de campagne et de champ de bataille ; des ouvrages de siège (construction de batteries, cheminements); enfin des exercices relatifs à la guerre de mines et à la construction des ponts.

Nous signalerons la description détaillée d'une redoute destinée à une garnison de 400 hommes ; l'ouvrage est armé de 4 pièces d'artillerie. A ce sujet, l'auteur fait remarquer qu'il n'est pas avantageux, dans la plupart des cas, d'enfermer de l'artillerie dans des ouvrages de campagne; il met d'excellents arguments à l'appui de cette opinion ; mais, ajoute-t-il, un ouvrage d'instruction doit viser tous les cas possibles ; on a donc placé de l'artillerie dans la redoute, bien que cette manière d'opérer paraisse devoir être condamnée en principe.

M. le commandant de la Llave constate avec satisfaction que les troupes ont exécuté avec beaucoup d'entrain ces divers travaux dont l'utilité s'impose.

Digitized by Google

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Livres nouveaux.

FRANCE.

Blanc. — Généraux et soldats d'Afrique. — *Paris*, Plon. Prix : 3 fr. 50 c.

Bonvalot. — En Asie centrale. — *Paris*, Plon. Prix : 4 fr.

Ernouf. — Souvenirs militaires d'un jeune abbé, soldat de la République. — *Paris*, Didier. Prix : 3 fr.

Hue. — Les Russes et les Anglais dans l'Afghanistan. — *Paris*, Dentu.

La France est prête. — *Paris*, Lavauzelle. Prix : 2 fr.

Mahalin. — Les Allemands chez nous. — *Paris*, Boulanger. Prix : 3 fr. 50 c.

Manuel des pensions de retraite, 3e édition. — *Paris*, Lavauzelle. Prix : 1 fr.

Moëssard. — Le cylindrographe, appareil photographique-panoramique. — *Paris*, Delagrave. Prix : 1 fr.

Mourlon. — La téléphonie aux grandes distances, de P. van Ryssel-berghe. — *Paris*, J. Michelet. Prix : 3 fr.

Ponthière. — Applications industrielles de l'électricité. — *Paris*, Gauthier-Villars. Prix : 6 fr.

Pourquoi la France n'est pas prête. — *Paris*, Marpon et Flammarion. Prix : 3 fr. 50 c.

Reinach. — De l'état de siège. — *Paris*, Pichon. Prix : 5 fr.

Robert. — Tactique de combat des grandes unités (1re partie). — *Paris*, Lavauzelle. Prix : 4 fr.

Sedan, les derniers coups de feu. — *Paris*, Dentu. Prix : 1 fr.

De Vathaire. — Construction et conduite des hauts fourneaux et fabrication des diverses fontes. — *Paris*, Baudry.

Weyl. — Questions maritimes. La marine de guerre. — La cuirasse et le canon, etc. — *Paris*, Berger-Levrault et Cie. Prix : 1 fr. 50 c.

ALLEMAGNE.

La 49e brigade d'infanterie au combat de Vionville-Mars-la-Tour. — *Berlin*, Mittler und Sohn. Prix : 3 fr. 75 c.

La deutsche Offizier-Verein. — Son origine et son but. Étude critique par un impartial. — *Berlin*, Dreyer.

C. A. — Emplacement des troupes de l'armée allemande. — *Berlin*, Bath. Prix : 1 fr.

Digitized by Google

v. Drigalsky. — Les camps d'exercice en Russie. — *Berlin,* Eisenschmidt. Prix : 3 fr. 15 c.

État-major général. — Monographies d'histoire militaire. — Le Journal du général de cavalerie v. Nostitz. — La Prusse sur la côte Ouest de l'Afrique (1681-1721).— *Berlin,* Mittler und Sohn. Prix : 3 fr. 15 c.

v. d. Goltz. — Suum cuique. — Réponse à la brochure : *Les officiers.* — *Berlin,* von Decker. Prix : 95 c.

Hohenlohe, général prince. — Lettres sur l'artillerie. — *Berlin,* Mittler und Sohn. Prix : 5 fr.

H. K. — Le réseau des chemins de fer russes sur la frontière d'Allemagne. — *Hanovre,* Helwing. Prix : 1 fr. 25 c.

Lampel. — La manœuvre d'infanterie. — *Berlin,* Mittler und Sohn. Prix : 1 fr. 75 c.

v. P. N. — Le Règlement de manœuvres de la cavalerie. — Étude. — *Berlin,* Mittler und Sohn. Prix : 75 c.

v. Sauer. — Sur l'attaque et la défense des places fortes. — *Berlin,* Wilhelmi. Prix : 8 fr. 75 c.

e. Seeoffizier. — Sogenannte Tagesfragen. — Réponse à l'article : *Torpilleurs et canonnières.* — *Brunswick,* von Göritz. Prix : 1 fr.

e. alt. Truppenoffizier. — Le commandement et l'initiative. — *Berlin,* Mittler und Sohn. — Prix : 2 fr.

e. Stabsoffizier. — L'initiative dans la conduite du combat d'infanterie. — *Leipzig,* Bredow. Prix : 1 fr. 25 c.

v. d. — L'armée allemande. — Considérations critiques d'un vétéran. — *Hanovre,* Helwing. Prix : 1 fr. 25 c.

AUTRICHE-HONGRIE.

Considérations militaires et politiques sur la dislocation de l'armée, la mobilisation et la centralisation. — *Agram,* Kugle et Deutsch. Prix : 3 fr.

Édition de poche des règlements militaires. Service de l'artillerie (état-major, artillerie de campagne, artillerie de forteresse, etc.). — *Vienne* (officiel). Prix : 1 fr. 50 c.

Weill. — Le service des transports par chemins de fer. Guide. — *Vienne,* Hartleben. Prix : 5 fr.

BELGIQUE.

Famache. — Étude sur l'édification rationnelle des tirs à la cible. — *Bruxelles,* Muquardt. Prix : 1 fr.

Millard. — Projet de fort permanent. — *Bruxelles,* Muquardt. Prix : 1 fr.

Digitized by Google

Les Précurseurs de nos règlements de cavalerie et observations sur l'ordonnance de 1879. — *Bruxelles*, Muquardt. Prix : 1 fr.

Putzeys. — Nouveau système d'hôpital — baraque pour l'armée. — *Bruxelles*, Muquardt. Prix : 1 fr.

S...., officier danois. — Le Danemark et ses systèmes défensifs en projet. — *Bruxelles*, Muquardt. Prix : 1 fr.

ESPAGNE.

Hermida y Alvarez. — Cours d'artillerie de l'École navale. — *Madrid*, Abienzo.

ÉTATS-UNIS.

Ingalls. — Balistique extérieure. — *Fort Monroë*, École d'artillerie.

ITALIE.

Instruction sur le tir de l'infanterie (officiel). — *Rome*. Prix : 1 fr.

Service du canon de 7e B. R. (Ret.) de montagne (officiel). — *Rome*. Prix : 2 fr.

RUSSIE.

Kartsof, général. — L'officier subalterne dans la compagnie, l'escadron et la batterie. Observations pratiques tirées de l'expérience. — *Saint-Pétersbourg*, Souchtchinski. Prix : 5 fr.

Règlement de manœuvre de la pièce et de la batterie, et instruction sur la conduite des caissons (batteries montées). — *Saint-Pétersbourg* (officiel).

Même règlement (batteries à cheval).

Zinoviev. — Artillerie et tactique. — *Varsovie*, Kovalevski.

SUISSE.

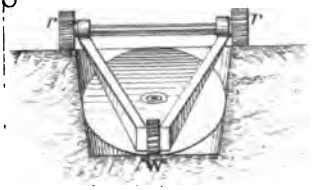
La Suisse en cas de guerre. — *Zurich*, Orell Füssli. Prix : 1 fr. 95 c.

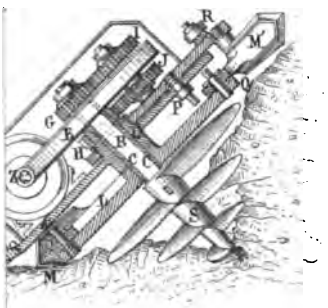
Schmidt. — Sur l'armement de l'infanterie. — *Bâle*, Benno-Schwabe. Prix : 1 fr.

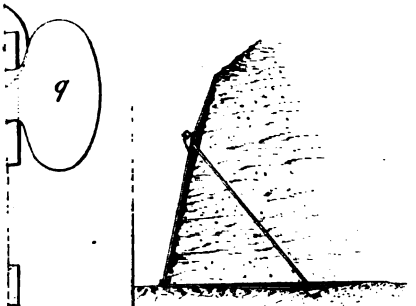
Le Gérant : Ch. Norberg.

Digitized by Google

g. 6.







Digitized by Google

Digitized by Google

ÉTUDE

SUR

L'ORDRE NORMAL DE MARCHE

DES

GROUPES D'ARTILLERIE

[*Fin* (1).]

TROISIÈME PARTIE

MOYENS PROPOSÉS POUR AMENER PROMPTEMENT LES BATTERIES EN LIGNE.

Des deux premières parties de cette étude il ressort que, si l'on suppose deux corps d'armée, l'un français, l'autre allemand, marchant tous les deux en colonne sur la même route à la rencontre l'un de l'autre et se déployant simultanément pour se livrer combat, il pourrait se faire que :

1° L'artillerie de corps du premier ne soit engagée qu'une heure après celle du second ;

2° Le corps d'armée allemand ait déployé toute son artillerie en 2 heures, tandis que la même opération exigerait au moins 3 heures dans le corps d'armée français.

Cette hypothèse deviendrait la réalité dans le cas où le corps d'armée français se conformerait à son ordre réglementaire de marche, et où l'artillerie allemande, au contraire, userait à nouveau des procédés tactiques qui lui ont réussi en 1870.

Rien ne prouve qu'il en serait encore de même ; mais, c'est au moins très vraisemblable.

La question ainsi posée, il semble intéressant de re-

(1) Voir *Revue d'artillerie*, juin 1885, t. XXVI, p. 260.

Digitized by Google

chercher les moyens d'atténuer ce qui pourrait, le cas échéant, nous procurer une cause d'infériorité.

Ces moyens doivent tendre à un but unique : gagner du temps.

Deux procédés, seuls, y conduisent :

1° Diminuer le parcours à fournir par les batteries appelées en avant ;

2° Augmenter la mobilité de nos batteries.

Diminuer le parcours des batteries n'est possible qu'en modifiant :

La place des groupes d'artillerie dans la colonne du corps d'armée;

La composition de la batterie de combat et l'ordre de marche du groupe d'artillerie.

Place des groupes d'artillerie dans la colonne.

Cette place, on le sait, a été fixée de façon à permettre de parer à toutes les éventualités qui pourraient se présenter pendant la marche. Le déploiement d'une colonne en avant, tout en étant le cas le plus fréquent, n'est pas le seul à considérer.

Une colonne dont toute l'artillerie serait réunie vers la tête, serait fort empêchée de répondre à une attaque de flanc la surprenant à hauteur de ses derniers échelons. De plus, en cas de dislocation imprévue de la longue colonne d'un corps d'armée, il faut qu'une fraction détachée puisse emmener avec elle son artillerie sans causer un trop grand trouble dans l'ensemble de cette colonne.

Pour ces différentes raisons, il paraît difficile de modifier le fractionnement de l'artillerie en quatre groupes, adopté dans l'ordre normal de marche de la colonne de corps d'armée. La place de ces groupes dans la colonne est, en outre, imposée par la nécessité d'assurer leur sécurité.

Digitized by Google

Cependant, avec la certitude de ne pas être attaqué de flanc, on pourrait gagner du temps en faisant marcher : 1° l'artillerie de corps immédiatement derrière l'artillerie de la 1re division; 2° l'artillerie de la 2e division après le 1er bataillon de celle-ci. Le débouché de chacun de ces groupes sur le champ de bataille aurait lieu 30 minutes plus tôt environ.

Composition de la batterie de combat.

Actuellement, la batterie de combat part avec 6 pièces et 6 caissons. Sa marche est alourdie par ceux-ci qui, à leur poids déjà plus élevé que celui des pièces, joignent, chacun, celui de 6 servants et de 9 havresacs. De la présence de ces caissons intercalés entre les pièces, de l'arrêt fortuit survenant à l'un d'eux, dépendent absolument la mobilité de la batterie et, peut-être, celle des batteries suivantes si l'arrêt s'est produit dans un défilé en doublant d'autres troupes. On ne peut songer à se passer des caissons, même momentanément, ne serait-ce qu'à cause de la nécessité de transporter les servants indispensables. Mais la batterie pourrait être réduite à 6 pièces et à 3 caissons, et, partant, serait bien plus alerte. Les chances d'arrêt ou de retard dues aux caissons seraient diminuées de moitié; enfin, il serait loisible au capitaine commandant, les pièces étant tout d'abord pourvues, d'atteler avec ses meilleurs attelages les 3 caissons qu'il emmènerait avec lui [1].

Les réserves de batterie, bien qu'augmentées chacune de 3 caissons, n'allongeraient nullement, de ce fait, la longueur de la colonne formée par chaque groupe. Celle-ci, après le déboîtement des batteries de combat, aurait des vides un peu moins grands laissés par le départ de ces batteries; mais, voilà tout. Les colonnes d'infanterie seraient toujours respectivement échelonnées aux mêmes distances, par

[1] La réserve marchant toujours au pas, le capitaine pourra y faire des emprunts suivant les besoins, de façon à avoir constamment une batterie de combat attelée en chevaux vigoureux et suffisamment vites.

Digitized by Google

rapport à la tête du corps d'armée, qu'au moment de leur passage au point initial.

D'où vient donc l'obstacle apporté à l'adoption de cette composition de la batterie, dont la mobilité serait, pourtant, incontestablement plus grande? Toujours de la crainte de ne pas voir les réserves rejoindre à temps les batteries, et, par suite, d'exposer celles-ci à manquer de munitions.

Cette crainte semble exagérée.

La batterie de 6 pièces et 3 caissons transporte avec elle 375 coups de canon. « Dans les circonstances ordinaires, dit le Règlement du 20 mars 1880 (1), et une fois le tir réglé, on tirera 2 ou 3 coups par minute »; mettons-en 3. La batterie peut donc se suffire pendant 2 heures.

Ce délai est suffisant. Car la première partie de cette étude a montré que les réserves de l'artillerie de corps débouchent 1 h. 30 min. après leurs batteries respectives, et celles de l'artillerie de la 2e division, 2 heures environ après. Le chiffre de 360 coups de canon tirés en 2 heures est, d'ailleurs, très élevé, si on le compare à ceux relevés durant la dernière guerre, ainsi qu'il ressort du tableau ci-après (2):

INDICATION de la bataille.	NOMBRE de batteries engagées.	TOTAL des coups tirés.	MOYENNE des coups par batterie.	DURÉE du combat.
Borny.	26	2 849	109	5 heures.
Rezonville.	37	19 368	523	11 —
Saint-Privat.	109	35 250	323	9 —
Noisseville (31 août) . . .	18	5 181	287	4 —
Noisseville (1er septembre)	28	4 335	155	5 —

La plus forte consommation, celle faite à Rezonville, s'élève à 523 coups seulement pour une bataille soutenue, 11 heures durant, par un nombre de batteries relative-

(1) Titre IV, chap. II, § 10.

(2) Les éléments de ce tableau sont en partie extraits de l'ouvrage du major Hoffbauer : *Les Opérations de l'artillerie allemande dans les batailles livrées aux environs de Metz.*

Digitized by Google

ment faible, la plus grande partie de la journée (1). En présence de ces chiffres, il ne paraît pas déraisonnable de laisser une batterie, ou plutôt des groupes de batteries, au feu pendant 2 heures, au plus, avec un approvisionnement de 360 coups.

On pourrait objecter, il est vrai, qu'à certains moments, les batteries allemandes ont manqué de munitions. Ainsi, le fait est signalé : à Rezonville, pour l'artillerie de la 5e division, mais après plus de 7 heures de combat; à Sedan, pour le XIe corps, après 2 heures environ de combat. Mais les batteries de ce dernier corps, d'après la relation de l'état-major prussien, « avaient dû recourir à un tir précipité pour se maintenir en face d'une artillerie numériquement plus forte, et, en raison de la rapidité de leur mouvement, elles n'avaient pu se faire suivre par tous leurs caissons (2) ».

La composition de la batterie à 6 pièces et 3 caissons est donc avantageuse, car elle en augmente la mobilité; elle est possible, puisque l'approvisionnement de munitions transporté est suffisant pour lui permettre, largement, d'attendre l'arrivée de sa réserve.

De cette nouvelle composition de la batterie résulterait, incidemment, un autre avantage :

En faisant passer 3 caissons de la batterie de combat à la réserve, on réduirait à deux les trois échelons qui, actuellement, s'égrènent sur une profondeur moyenne de 800 mètres. La discipline, l'ordre en arrière de la ligne de feu et, par suite, la régularité dans le ravitaillement de la batterie de combat n'auraient qu'à y gagner.

Ordre de marche du groupe.

La longueur de la colonne de la batterie de combat étant diminuée par la suppression de 3 caissons, on restrein-

(1) Jusque vers 4 heures du soir environ, 21 batteries seulement étaient engagées. Quelques-unes même de ces dernières, à la gauche de la ligne, étaient forcées, vers 3 heures, de se retirer de la lutte pour se reformer et se ravitailler.

(2) IIe volume, page 1166.

Digitized by Google

drait encore le parcours à fournir par les batteries de combat d'un groupe en soudant celles-ci les unes aux autres, et en rejetant toutes leurs réserves *à la queue de la dernière d'entre elles*. Cette formation réaliserait de précieux avantages.

En effet, dans l'ordre de marche actuel, la batterie de combat et sa réserve sont réunies sous l'autorité du capitaine commandant. Que se passe-t-il après le départ des batteries d'un groupe? Les réserves, faute de voitures en nombre suffisant pour faire monter tous les hommes à pied, sont forcées de continuer leur marche au pas. Ne pouvant forcer l'allure, chaque réserve conserve vide, en avant d'elle [1], la distance que remplissait la batterie de combat qui la précédait. On a alors, dans l'artillerie de corps, par exemple, sept petits paquets de 100 mètres chacun environ, distants les uns des autres de 250 mètres, répartis sur une longueur de près de 2 600 mètres.

La surveillance d'une semblable colonne, décousue et flottante, est difficile sur la route; son maniement est délicat au moment de la masser en arrière des batteries engagées au feu.

Mieux vaut, semble-t-il, réunir pour la marche, comme pour le combat, toutes les réserves d'un groupe ou de l'artillerie de corps, à la queue des batteries, sous un commandement unique et permanent. De cette façon, les batteries de combat peuvent inopinément prendre le trot, sans aucun retard ni embarras; la colonne des réserves, constituée à l'avance, continue à se mouvoir sans dérangement dans sa marche, et toujours surveillée de la même façon. Cette colonne, marchant à la même vitesse que celle de l'infanterie, ne gêne nullement ses mouvements. Comme cette dernière, elle progresse sur la route suivie, qu'elle laisse

---

[1] On pourrait, il est vrai, faire serrer sur la première réserve du groupe à la première halte. Dans le groupe divisionnaire, et au prix d'une certaine fatigue des hommes marchant à pied, l'opération serait réalisable en supprimant ladite halte. Mais elle serait impossible dans l'artillerie de corps, en raison de la longueur occupée par celle-ci.

Digitized by Google

seulement au point où elle doit déboîter pour aller prendre sa position de combat (1).

Chaque groupe d'artillerie marcherait donc dans l'ordre suivant :

Toutes les batteries de combat, puis toutes les réserves (2).

Reste à assurer le commandement de ces colonnes de réserves, composées de 32 ou de 56 voitures, selon qu'il s'agit d'un groupe divisionnaire ou de l'artillerie de corps. C'est un commandement important, supérieur à celui d'une section de munitions, et qu'on a souvent émis l'avis de voir confié au capitaine adjoint au commandant de l'artillerie divisionnaire ou de corps. Cette proposition est très soutenable, à la condition que ces officiers supérieurs aient, près d'eux, des officiers de réserve sur l'intelligence et la mobilité desquels ils puissent compter pour transmettre fidèlement et rapidement leurs ordres. Il est très désirable, dans tous les cas, que ce commandement ne soit pas donné à un lieutenant détaché de sa batterie.

Ordre de marche de la batterie.

La batterie étant constituée à 6 pièces et 3 caissons, dans quel ordre la fera-t-on marcher?

« Les servants à pied, dit le Règlement du 20 mars 1880, marchent habituellement à pied près de leurs pièces, des deux côtés ou d'un seul côté de la voiture.... ; lorsqu'on sera loin de l'ennemi, il sera avantageux de faire marcher tous les servants en tête de la colonne des voitures. »

Cette dernière disposition semble la plus pratique *en tout temps*.

---

(1) Réunir les réserves pour la marche comme pour le combat, et les placer à la queue du groupe, n'est certes pas une idée nouvelle. Depuis longtemps son chemin est fait en Allemagne où les réserves d'une *Abtheilung* sont réunies, non plus immédiatement derrière cette *Abtheilung*, ce dont nous nous contenterions, mais bien à la queue de la colonne à laquelle appartient l'artillerie.

(2) Cette disposition ne serait prise, bien entendu, que dans les marches près de l'ennemi. En tout autre temps, chaque capitaine conserverait sa batterie entière sous son commandement.

Digitized by Google

Elle ménage les forces des servants. Elle les maintient sous une surveillance aisée, dans un esprit d'ordre dont toute la colonne s'imprègne et reçoit l'heureux contre-coup.

Disséminés autour des pièces, au contraire, cheminant d'un pas inégal, pliant leur marche aux irrégularités des bas côtés et des accotements de la route, gênés par les voitures dont ils craignent le contact des attelages ou des roues, les servants s'épuisent vite, et bientôt le ralentissement se fait.

On peut arguer, contre la réunion des servants en tête de la batterie, de la difficulté qu'on éprouverait à les faire monter sur les coffres en cas de départ au trot. Mais une batterie réduite à 9 voitures occupe une longueur de 140 mètres environ; une minute suffira aux servants les plus éloignés de leur voiture pour rejoindre celle-ci au pas gymnastique.

Ainsi, les 36 servants marcheraient toujours réunis en tête de la colonne des voitures (1).

Ce nombre de 36 servants (artificiers compris) est suffisant pour servir les pièces jusqu'à l'arrivée des réserves, même dans le cas où la batterie serait éprouvée par le feu; il est nécessaire pour obtenir, en terrains difficiles, une mise en batterie rapide. On est donc forcé, pour marcher au trot, de faire monter 6 servants sur chacun des caissons.

Ces voitures seront encore bien lourdes. On ne pourrait les alléger qu'en les déchargeant des 9 havresacs (140 kil. environ) qu'elles portent sur l'arrière-train. Cette solution, tout d'abord, semble un peu étrange; elle paraît faire trop bon marché de l'une des raisons d'être de nos coffres actuels. Pourtant, la batterie de combat ne pouvant plus porter les sacs de tous ses servants, il n'y

(1) Dans l'artillerie allemande, les servants marchent toujours près de leurs pièces; mais celles-ci conservent entre elles une distance de 6 mètres; les servants peuvent donc cheminer sans gêne et d'un pas régulier.

Digitized by Google

a aucun intérêt à lui en laisser la moitié. Leur suppression est, en outre, très acceptable si l'on songe que les arrière-trains des 6 caissons de la réserve sont aménagés pour recevoir 54 sacs, et que les havresacs restants, en petit nombre d'ailleurs, pourraient aisément s'arrimer sur quelques coffres en avant de la galerie. Cette surcharge serait sans inconvénients, puisque les voitures de la réserve marchent toujours au pas.

Cette suppression des sacs paraîtra, sans doute, un petit expédient; par ce seul moyen, cependant, il semble possible d'alléger nos caissons, dont le poids charge d'autant plus nos chevaux que ceux-ci ont une taille moyenne de $1^m,50$ à $1^m,53$ (1).

Enfin, il est bien entendu que les trois caissons de la batterie de combat seraient, après les pièces, les voitures les mieux attelées.

On peut hésiter entre deux manières de placer ces trois caissons dans la colonne : soit chacun d'eux derrière les deux pièces de sa section, soit tous les trois en file derrière les pièces.

Ce dernier ordre de marche paraît préférable.

De cette façon, les pièces, plus mobiles, arrivent plus vite et plus sûrement en batterie, sans être ralenties par les caissons qui viennent, avec la rapidité que permettent le terrain et leurs attelages, prendre leur place en arrière des canons impairs.

Si ces caissons étaient très légèrement en retard, la mise en batterie serait exécutée, à la rigueur, par les servants montés sur les avant-trains d'affût, aidés des chefs de pièce; en terrain difficile, on exécuterait le demi-tour à l'aide des chevaux.

On pourrait attribuer au rejet des caissons à la queue de la colonne l'inconvénient de les soustraire à la surveillance des chefs de section. L'objection ne semble pas

(1) Les attelages de l'artillerie allemande ont la taille moyenne de $1^m,60$, et même de $1^m,65$ pour les chevaux de derrière.

Digitized by Google

très valable. Tant que la batterie marche en colonne, il suffit de maintenir le chef de la 3e section derrière le dernier caisson, et la discipline de la marche est assurée. Quand la batterie se forme en bataille, le sous-chef artificier remplit alors l'office de chef de la ligne des caissons.

Enfin, notre Règlement attribue à la batterie de combat des attelages haut le pied, dont le nombre pourrait, sans inconvénients, être réduit de moitié. L'autre moitié de ces attelages marcherait avec la réserve.

En revanche, peut-être, y aurait-il lieu d'affecter à chaque groupe de batteries de combat un petit nombre de brancardiers et d'infirmiers, pouvant suivre ces batteries aux allures vives et donner les premiers soins aux blessés avant l'arrivée des réserves, avec lesquelles marcheraient, sans doute, la voiture médicale et son personnel de santé.

Ainsi donc :

Pour diminuer le parcours à fournir par les batteries appelées en avant, pour augmenter leur mobilité et, par suite, pour activer le plus possible leur rapide entrée en action, il paraît nécessaire d'apporter les modifications suivantes au titre IV de notre Règlement du 20 mars 1880 :

I. — Réglementer l'ordre de marche du groupe d'artillerie en y spécifiant que, près de l'ennemi, la colonne formée par ce groupe, indépendamment du nombre des batteries qui le composent (quatre ou sept), marchera dans l'ordre ci-après [1] :

1° Les batteries de combat placées à la suite les unes des autres, sous les ordres du chef d'escadron divisionnaire ou du colonel commandant l'artillerie de corps ;

2° Les réserves des batteries, placées également à la

[1] Ces dispositions seraient évidemment applicables à des groupes de deux ou trois batteries résultant du fractionnement de l'artillerie de la 1re division, à l'avant-garde et au gros.

Digitized by Google

suite les unes des autres, derrière la dernière batterie de combat et *réunies durant la marche et le combat,* sous le commandement permanent du *capitaine adjoint au commandant de l'artillerie divisionnaire ou de corps.*

II. — Remplacer par le texte ci-après le § 386, intitulé : *Ordre de marche de la batterie de combat.*

1° *Batterie montée.* En avant de la colonne, un maréchal des logis et le brigadier-fourrier, ou deux autres sous-officiers ou brigadiers pris parmi les plus habiles éclaireurs de terrains et les meilleurs cavaliers, à l'exclusion des chefs de pièce titulaires.

Les 36 servants (artificiers compris) de la batterie de combat marchent tous réunis en tête de la colonne des voitures ; ils sont placés sous la surveillance des deux sous-officiers ou brigadiers marchant en avant de la colonne et du chef de la première section.

Puis, les six pièces, et en queue, derrière elles, les caissons 1, 3 et 5 ; les six maréchaux des logis, chefs de pièce, et les trois brigadiers, chefs de caisson, placés à hauteur et près du conducteur de devant de leur voiture. Les chefs des deux premières sections, à hauteur du conducteur de devant de la première pièce de leur section ; un trompette derrière le chef de la première section.

Enfin, les trois attelages haut le pied, en file derrière le dernier caisson ; le sous-chef artificier et un brigadier à hauteur du premier de ces attelages ; un aide-maréchal-ferrant à hauteur du dernier.

Le chef de la 3e section marche à la queue de la colonne.

Le capitaine, suivi d'un trompette, se tient sur le flanc gauche de la colonne et se porte partout où il juge sa présence nécessaire.

La distance entre les divers éléments en file est de 1 mètre, au départ et dans les haltes.

La batterie marche habituellement en colonne par

Digitized by Google

pièce et, dans ce cas, sa longueur est de 150 mètres (non compris les deux sous-officiers ou brigadiers marchant en avant de la colonne); pendant la marche, la colonne *peut s'allonger* du quart environ et occupe alors 200 mètres [1].

Les caissons de la batterie de combat ne portent pas de havresacs [2].

Lorsque la batterie de combat doit prendre le trot, les servants montent sur les coffres et s'y répartissent de la façon suivante dans chaque section :

Sur l'avant-train de chaque pièce : les premiers servants et le second servant de droite.

Sur l'avant-train du caisson : le second servant de gauche et les troisièmes servants de la pièce impaire.

Sur l'arrière-train du caisson : le second servant de gauche et les troisièmes servants de la pièce paire.

2° *Batterie à cheval.* Même composition que celle de la batterie montée ; par suite, le septième peloton de six servants supplémentaires est supprimé et marche avec la réserve.

Même ordre de marche que celui de la batterie montée, sauf que les servants montés marchent par pelotons de huit derrière les pièces. Toutefois, loin de l'ennemi, il sera avantageux de les réunir tous par quatre en tête de la colonne des voitures. Dans ce cas, ils seront sous la surveillance des deux sous-officiers ou brigadiers marchant en avant de la colonne et du chef de la 1re section placé derrière eux.

Mobilité des batteries.

Nos batteries de combat étant ainsi allégées, que pouvons-nous espérer leur faire gagner de temps pour leur rapide entrée en action ?

---

(1) L'allongement ne devrait pas être admis pour l'artillerie marchant avec l'infanterie ; c'est celle-ci, au contraire, qui retarde la marche de nos batteries en leur imposant, de ce fait, une fatigue parfois très grande.

(2) Modifier ainsi le 3e alinéa du § 384 : Les havresacs des servants et les sacs des hommes montés marchant à pied sont placés sur les coffres des caissons de la réserve et sur la fourragère du chariot de batterie.

Digitized by Google

Les modifications développées ci-dessus n'ont affecté que la place des différents éléments dans le groupe, mais non celle du groupe lui-même dans la colonne du corps d'armée ; la batterie de tête a donc toujours le même parcours à faire. L'avantage s'attache surtout aux batteries de la queue du groupe — notamment dans l'artillerie de corps — dont le trajet est diminué de la somme des longueurs représentées par les réserves qui précédaient.

En supposant pour tous les mouvements (transmission des ordres, déboîtement des batteries de combat, marche en avant, etc.) les mêmes vitesses que celles admises, après discussion, dans la première partie de cette étude, les heures d'arrivée des différents groupes d'artillerie à leur position de combat seraient exactement les mêmes que celles trouvées précédemment. Les batteries de queue rejoindraient plus vite, voilà tout; il faudrait, par exemple, 8 minutes au lieu de 15 à l'artillerie de corps pour s'engager tout entière.

Mais il semble, justement, que des batteries à 9 voitures pourraient réaliser dans tous leurs mouvements des vitesses plus grandes. Chaque batterie étant plus ramassée, mieux attelée, ses éléments plus compacts, le groupe des batteries de combat étant bien plus dans la main de son chef, certaines des opérations préliminaires telles que : les préparatifs de la marche au trot, le déboîtement de la colonne, les dispositions préparatoires de combat peuvent être plus rapidement exécutées. Cependant, on ne saurait guère, pour tout cela, compter sur un bénéfice de plus de 10 minutes.

Il nous faut donc tâcher de gagner sur la durée du parcours.

La batterie à 12 voitures, dont 6 sont lourdes et attelées avec des chevaux de valeur très inégale, fait, au plus, 9 kilomètres à l'heure [1]. Mais on peut demander davan-

---

[1] Voir 1re partie, page 268.

Digitized by Google

tage à la batterie à 9 voitures, déchargée des havresacs, moins lourde et plus facilement pourvue de bons attelages.

Les chevaux de l'artillerie sont souvent l'objet d'appréciations injustes et par trop défavorables. Ceux qui les formulent ne tiennent pas un compte suffisant des conditions dans lesquelles se trouvent nos attelages lorsque, sans préparation spéciale, on leur demande de fournir de longues traites aux allures vives, à la suite de la cavalerie.

Nos chevaux de trait, à la condition d'être judicieusement entraînés et bien employés, sont susceptibles de grands efforts, d'efforts, même, qui surprennent ceux qui s'appliquent à les leur demander. Ils ont du fond, des membres et de la résistance. Ce qui leur manque le plus, c'est la légèreté, c'est l'aisance dans les mouvements aux grandes allures et la longue haleine nécessaire pour s'y maintenir sans fatigue.

Hommes et chevaux souffrent parfois d'un défaut d'instruction, d'un manque d'habitude des longs parcours à grande allure et se fatiguent réciproquement.

En réalité, les batteries auraient besoin, elles aussi, tout comme les escadrons, de suivre un entraînement progressif. A première vue, le mot peut faire sourire, appliqué à des attelages de derrière. Son emploi est pourtant bien naturel quand il est défini, comme le fait le Règlement sur les exercices de cavalerie, « l'art d'amener le cheval, par une hygiène et un travail bien entendus, au meilleur état de santé et de force, afin qu'il soit capable, au moment voulu, de fournir son maximum de vitesse et de résistance. »

Cet art, d'ailleurs, n'exige pas des pratiques extraordinaires. « Le travail journalier bien compris et bien dirigé suffit à l'entraînement du cheval de guerre. » Les batteries doivent se pénétrer de ces principes pour donner à nos colonnes la vitesse et la mobilité désirables.

« Le cheval de cavalerie, dit encore le règlement pré-

Digitized by Google

cité, quelle que soit la subdivision de l'arme à laquelle il appartient, doit être facilement amené à pouvoir parcourir, sur un bon terrain et sans souffler, 10 kilomètres au trot ou 6 kilomètres au galop. » Actuellement, des régiments de cavalerie bien instruits y arrivent ; certains l'ont prouvé aux manœuvres de 1882.

Il serait déraisonnable, sans doute, de demander de pareils efforts à nos chevaux tirant et portant. Mais nous pouvons exiger d'eux des parcours de 5 kilomètres au trot. Ce chiffre est rigoureusement exact. Il a été déjà *largement* obtenu, à notre connaissance, après un entraînement de 2 mois et demi environ, par une batterie détachée, attelant du matériel chargé en guerre et dont les chevaux portaient le paquetage de campagne.

Des exercices de ce genre paraîtront peut-être plus faciles à une batterie détachée qu'à des régiments souvent gênés par les exigences du service des établissements de l'arme près desquels ils tiennent garnison. Cependant la moitié de nos régiments, environ, n'ont à compter qu'avec les exigences *minimes* d'une École d'artillerie et peuvent librement se consacrer à leur instruction.

Le résultat cherché peut être atteint d'autant plus facilement que l'on déserte davantage le champ de manœuvres pour le terrain varié ; en composant les batteries à 4 pièces et 2 caissons, il est possible de diminuer notablement les difficultés que l'on rencontre dans les garnisons pour l'exécution des exercices de service en campagne. Enfin, par la pratique fréquente de longues marches d'une durée progressive, on arrive aisément à des parcours étendus au trot réglementaire, dont la vitesse est relativement faible et peu fatigante.

Nos régiments d'*artillerie de campagne*, spécialisés par suite de la création de l'artillerie de forteresse, peuvent se préparer à remplir dans toute leur rigueur les obligations de combattant résumées dans cette formule :

Être très alerte, tirer très vite et très bien.

Digitized by Google

Qu'il entre absolument dans nos mœurs régimentaires d'accorder une large part d'initiative à chaque batterie, de se préoccuper, avant tout, dans l'instruction, de la préparation à la guerre, et nous développerons plus encore nos qualités manœuvrières et surtout notre mobilité.

La mobilité a été parfois réputée secondaire ; ce pourrait être une dangereuse erreur en présence d'artilleries étrangères convaincues du contraire, et s'appliquant sans cesse à en fournir la preuve.

Reprenons, en supposant nos batteries rompues aux longs parcours au trot, les calculs d'heures de marche exposés dans la première partie de cette étude (1):

L'*artillerie de la 1re division* part à 0 h. 42 min. pour parcourir 7 270 mètres.

Cette distance pourrait être ainsi décomposée :

4 000 mètres au trot, 17 minutes ;
1 000 — au pas, 10 — ;
2 270 — au trot, 10 — ;
Total, 37 minutes ; soit 12 minutes de moins qu'avec la batterie à 12 voitures.

En y ajoutant les 10 minutes gagnées sur l'ensemble des opérations effectuées par les batteries (2), on voit que l'*artillerie de la 1re division* débouche à 1 h. 9 min. au lieu de 1 h. 41 min.

L'*artillerie de corps,* faisant deux temps de trot, l'un de 5 000 mètres, l'autre de 4 425 mètres, séparés par 1 kilomètre au pas, gagnerait 30 minutes et déboucherait à 1 h. 47 min. au lieu de 2 h. 17 min.

L'*artillerie de la 2e division,* après des parcours alternés de 4 kilomètres au trot et de 1 kilomètre au pas, gagnerait 30 minutes et déboucherait à 2 h. 41 min. au lieu de 3 h. 11 min.

---

(1) Voir p. 267.
(2) Voir p. 313.

Digitized by Google

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

En résumé, dans l'ordre normal de marche de notre corps d'armée, *même* en supposant :

1° La batterie de combat réduite à 6 pièces, 3 caissons, 36 servants et débarrassée des havresacs ;

2° Les batteries de combat de chaque groupe se succédant sans interruption; leurs réserves réunies pour la marche comme pour le combat, et marchant en arrière de ces mêmes batteries ;

3° Les batteries de combat instruites et attelées de façon à être en état de fournir des parcours au trot, *d'une traite,* d'une longueur de 4 à 5 kilomètres ;

Il faudrait 1 h. 10 min. pour engager l'artillerie de la 1re division.

La tête de l'artillerie de corps entrerait en action au bout de 1 h. 50 min.

Toute l'artillerie du corps d'armée serait au combat au bout de 2 h. 45 min. environ.

Ces délais sont encore supérieurs à ceux parfois atteints en 1870, dans des conditions analogues, par l'artillerie de certains corps d'armée allemands (1).

Enfin, en modifiant l'ordre de marche de notre corps d'armée, en y faisant marcher l'artillerie de corps derrière celle de la 1re division, et l'artillerie de la 2e division derrière le 1er bataillon de celle-ci, les temps nécessaires à l'engagement de ces deux groupes (1 h. 45 min. et 2 h. 45 min.) seraient réduits de plus de 30 minutes.

Notre artillerie entrerait alors à peu près aussi rapide-

(1) Ces délais, il est vrai, ont été obtenus en supposant une distance de 4 000 mètres entre l'avant-garde et le gros, distance supérieure de 2 000 mètres à celle que donne, *à titre d'exemple seulement,* l'Aide-mémoire de l'officier d'état-major en campagne (p. 186), beaucoup moins explicite à cet égard que l'Instruction provisoire sur les marches du 1er juillet 1877.

Mais l'étude de l'historique de la première partie de la guerre franco-allemande montre que cette distance de 4 000 mètres a fréquemment été conservée entre l'avant-garde et le gros des colonnes allemandes.

Digitized by Google

ment en action que celle des corps d'armée les plus alertes en 1870.

Il est donc utile de se préoccuper de remédier à une infériorité qui serait d'autant plus regrettable que notre personnel et notre matériel n'ont *absolument* rien à redouter de la comparaison avec ceux des autres puissances.

Le personnel saurait tenir fièrement sa place parmi les meilleurs, et la puissance de nos bouches à feu de campagne met notre artillerie au premier rang.

Cette étude aura rempli son but, si elle a su appeler les réflexions sur certains points importants de nos règlements et y provoquer des modifications susceptibles de permettre à nos batteries d'allier à leur incontestable puissance la mobilité si souvent enviée, jadis, à l'artillerie française.

M. Guitry, *Capitaine d'artillerie,*
Aide de camp de M. le général Liégeard.

Digitized by Google

NOTE

Cette étude a été écrite à l'instigation de M. le général Liégeard, commandant l'artillerie du 7e corps d'armée, des idées duquel elle est, sur beaucoup de points, la fidèle expression.

Toutefois, cet officier général croit devoir la compléter, en quelque sorte, en formulant certaines propositions dont l'adoption augmenterait sensiblement, à son avis, la mobilité de notre artillerie de campagne. Ces propositions sont le résultat de l'expérience acquise par leur auteur, soit, durant neuf années, en qualité de colonel commandant un régiment de corps, soit, depuis deux années, à la tête de l'artillerie d'un corps d'armée, dans les manœuvres journalières, les marches, les écoles à feu, les manœuvres d'automne, etc.

Personnel.

1° Supprimer le port du mousqueton pendant la guerre. Cette arme gêne tous les mouvements du servant, forcé de se baisser pour pointer, tenir le levier de pointage, enrayer ou désenrayer, prendre l'écouvillon, etc.

En temps de paix, le mousqueton pourrait être conservé ; mais son emploi serait limité au service des places et aux seules circonstances dans lesquelles l'artillerie de campagne paraîtrait ou manœuvrerait *sans son matériel.*

Le mousqueton serait versé, au moment de la mobilisation, avec les autres effets laissés au dépôt. Si, cependant, on tient à le conserver, il faudrait remplacer sa bretelle par un autre mode d'attache rendant l'arme moins vacillante. — Le port de la carabine en usage dans la cavalerie russe paraît assez pratique (1).

2° Élever le minimum de la taille de l'artillerie pour

(1) Voir *Revue militaire de l'Étranger*, 15 mars 1885, p. 275.

Digitized by Google

éviter le classement, comme canonniers-conducteurs, de jeunes soldats trop petits et incapables, par suite, de conduire aisément des attelages un peu étoffés.

3° Dans les batteries à cheval, classer canonniers-conducteurs tous les jeunes soldats au moment de leur incorporation. Ne prendre ultérieurement, comme canonniers-servants, que ceux d'entre eux ayant une bonne vue et l'agilité nécessaire. Il serait très désirable qu'une semblable sélection pût être faite dans les batteries montées.

4° L'artillerie n'ayant que deux catégories de chevaux : trait léger et trait, élever le minimum de taille fixé pour ces derniers, afin d'assurer, dans des conditions meilleures, la remonte des batteries montées de combat.

5° Augmenter, dans chaque batterie, le nombre des chevaux de trait au détriment de celui des chevaux de trait léger. Chaque batterie, en disposant de 40 chevaux de trait et de 14 chevaux de trait léger, serait dans des conditions plus avantageuses au point de vue de son instruction et de sa mobilisation. Mieux vaut avoir, en tout temps, ses six pièces attelées que de monter tous ses brigadiers et ses maréchaux-ferrants.

6° Doter l'artillerie du port du sabre à la selle; la nécessité en est au moins aussi grande que dans la cavalerie. C'est le seul moyen d'obtenir l'agilité exigée des servants à cheval pour les mises en batterie, et, bien plus encore, des conducteurs pour mettre pied à terre, remédier aux petits accidents de route, etc.

On sait, en effet, le mal qu'ont nos conducteurs, généralement de taille petite ou moyenne, à descendre de l'énorme paquetage dans lequel ils sont emboîtés.

7° Alléger le paquetage en général ; modifier sa répartition entre le porteur et le sous-verge d'un même attelage en chargeant le second au bénéfice du premier. Ce progrès est réalisable sans nécessiter de modifications à notre harnachement.

Digitized by Google

8° Reviser le Règlement sur les manœuvres des batteries attelées, en se basant sur les principes suivants :

a. — La manœuvre avec 4 pièces et 2 caissons est la manœuvre *normale,* afin d'en permettre toujours l'exécution par une batterie, sans nécessiter d'emprunt de personnel aux autres unités.

b. — La manœuvre avec 6 pièces et 3 caissons est exceptionnelle et faite comme exercice d'application (titre IV, 2e partie, art. 1er).

c. — La manœuvre avec 6 pièces et 6 caissons est supprimée.

d. — Les Écoles de batterie et de régiment sont réduites aux mouvements strictement nécessaires à la guerre et aux défilés. La théorie des mises en batterie, en particulier, est mise en harmonie avec les différentes instructions sur le réglage du tir, de façon à toujours procéder sur le terrain de manœuvres comme on devrait le faire à la guerre.

Matériel.

1° Supprimer les sabots d'enrayage et les remplacer par un frein. Cette mesure allégerait un peu nos équipages. En outre, elle annulerait l'inconvénient inhérent aux sabots — et très gênant dans une colonne composée de toutes armes — de ne pouvoir enrayer sans arrêter les voitures.

2° Le cantonnement étant admis en principe et employé le plus souvent possible, supprimer le matériel de campement. Le remplacer par l'anneau en corde récemment adopté comme mode d'attache des chevaux au bivouac par les régiments de cavalerie de l'intérieur.

Enfin, la plus importante des modifications désirables, la plus nécessaire, en raison de l'adoption du service de trois ans, réalisée de fait actuellement dans beaucoup de

Digitized by Google

régiments d'artillerie de campagne, est celle qui affecterait nos méthodes d'instruction.

Aujourd'hui, le temps manque au capitaine instructeur d'équitation pour instruire annuellement plus de 400 conscrits. Cet officier, malgré tous ses efforts, est impuissant et n'obtient, par suite, que des résultats de surface, d'ensemble, sans pouvoir pénétrer dans le détail des exercices.

De même, le capitaine instructeur d'artillerie, sans avoir l'avantage d'une compétence spéciale, ne peut, non plus, assurer la plus importante de nos instructions, celle dans laquelle, la manœuvre proprement dite jouant le plus petit rôle, l'enseignement doit être donné par petits groupes habilement dirigés.

A ces difficultés se joint celle de la formation des cadres. Il est imprudent de laisser les pelotons d'instruction absorber, pendant deux années de récitations superflues, des jeunes gens qui n'exerceraient alors les fonctions de sous-officier que pendant un an seulement. La tâche est d'ailleurs trop lourde pour un jeune lieutenant, parfois trahi par son inexpérience.

Si, d'autre part, on songe au très court délai qui séparerait actuellement le début d'une mobilisation de la première grande bataille, si l'on veut bien se rendre compte des efforts considérables de toute nature, *subitement* exigés de nos batteries, on reconnaîtra que l'*instruction par batterie,* seule, grâce aux efforts constants qu'elle demanderait *à tous les degrés de la hiérarchie régimentaire,* peut donner aux officiers l'*aptitude au commandement,* et à la troupe la *pratique indispensable* des mouvements rapides et réguliers.

Sans ces qualités passées à l'état de seconde nature, officiers et troupe seraient au-dessous de leur tâche au moment où elle serait la plus lourde, c'est-à-dire dès le début des hostilités.

Lorsque l'instruction par batterie a été mise en essai, il y a quelques années, dans les régiments d'artillerie, cer-

Digitized by Google

taines objections ont été présentées, mais en même temps d'excellents résultats ont été constatés. Une partie des difficultés mises en avant à cette époque n'existent plus depuis la création de l'artillerie de forteresse ; les autres seraient écartées par une application bien comprise du mode d'instruction préconisé et par une modification sérieuse des habitudes régimentaires. Elles doivent donc, à notre avis, céder devant les exigences nouvelles.

Comme l'a très bien dit le rapport présenté au Ministre de la guerre, en 1876, par la commission chargée de reviser les règlements sur les exercices de la cavalerie :

« Entre les procédés actuels qui dissimulent l'insuffi-
« sance ou tolèrent l'indifférence impunément, et les pro-
« cédés qui mettraient, au contraire, en relief les actes de
« chacun et ne laisseraient à l'état latent ni incapacité, ni
« défaillance, il paraît absolument nécessaire d'opter pour
« ces derniers, *quelles que soient les difficultés et la crise pas-*
« *sagère* pouvant résulter de cette transformation capitale. »

Général Liégeard,
Commandant l'artillerie du 7e corps d'armée.

Digitized by Google

ÉTUDE

SUR LES

LOIS DE LA RÉSISTANCE DE L'AIR

[*Fin* (¹).]

DEUXIÈME PARTIE.

FORMULES BALISTIQUES.

Nous allons essayer maintenant d'introduire, dans les équations balistiques, les formules ci-dessus établies; mais, dans cette analyse, il sera nécessaire de recourir à certaines notations et fonctions peu usitées jusqu'ici et qu'il paraît utile d'exposer.

I. — *Des fonctions hyperboliques* (²).

Les fonctions hyperboliques sont des fonctions exponentielles analogues aux fonctions circulaires et dont voici les équations de définition et les relations fondamentales :

$$\mathrm{Sh}\,u = \frac{e^{u} - e^{-u}}{2}, \qquad \mathrm{Ch}\,u = \frac{e^{u} + e^{-u}}{2},$$

$$\mathrm{Th}\,u = \frac{\mathrm{Sh}\,u}{\mathrm{Ch}\,u}, \qquad \mathrm{Coth}\,u = \frac{1}{\mathrm{Th}\,u},$$

$$\mathrm{Sech}\,u = \frac{1}{\mathrm{Ch}\,u}, \qquad \mathrm{Cosech}\,u = \frac{1}{\mathrm{Sh}\,u}.$$

(¹) Voir *Revue d'artillerie*, juin 1885, t. XXVI, p. 226.
(²) Voir Houël, *Recueil de formules et de tables numériques*, p. XXX.

Digitized by Google

Relations diverses :

$$e^{\pm u} = \mathrm{Sh}\, u \pm \mathrm{Ch}\, u, \quad (\mathrm{Ch}\, u \pm \mathrm{Sh}\, u)^n = \mathrm{Ch}\, nu \pm \mathrm{Sh}\, nu,$$

$$\mathrm{Sh}\,(-u) = -\mathrm{Sh}\, u, \quad \mathrm{Ch}\,(-u) = \mathrm{Ch}\, u.$$

$$\mathrm{Sh}\,(0) = 0, \quad \mathrm{Ch}\,(0) = 1.$$

$$\mathrm{Ch}^2 u - \mathrm{Sh}^2 u = 1.$$

$$\mathrm{Sh}\,(u \pm v) = \mathrm{Sh}\, u\, \mathrm{Ch}\, v \pm \mathrm{Ch}\, u\, \mathrm{Sh}\, v, \quad \mathrm{Sh}\, 2u = 2\, \mathrm{Sh}\, u\, \mathrm{Ch}\, u.$$

$$\mathrm{Ch}\,(u \pm v) = \mathrm{Ch}\, u\, \mathrm{Ch}\, v \pm \mathrm{Sh}\, u\, \mathrm{Sh}\, v, \quad \mathrm{Ch}\, 2u = \mathrm{Ch}^2 u + \mathrm{Sh}^2 u.$$

$$\mathrm{Sh}\, u \pm \mathrm{Sh}\, v = 2\, \mathrm{Sh}\, \frac{1}{2}(u \pm v)\, \mathrm{Ch}\, \frac{1}{2}(u \mp v).$$

$$\mathrm{Ch}\, u + \mathrm{Ch}\, v = 2\, \mathrm{Ch}\, \frac{1}{2}(u + v)\, \mathrm{Ch}\, \frac{1}{2}(u - v),$$

$$\mathrm{Ch}\, u - \mathrm{Ch}\, v = 2\, \mathrm{Sh}\, \frac{1}{2}(u + v)\, \mathrm{Sh}\, \frac{1}{2}(u - v).$$

On fera encore usage d'une fonction dérivant des précédentes et désignée par la notation $\mathrm{Zh}\, u$:

Soit par définition $\mathrm{Zh}\, u = \dfrac{\mathrm{Sh}\, u}{u}$.

On voit aisément que $\mathrm{Zh}(0) = 1$ et que la fonction $\mathrm{Zh}\, u$ croît constamment, car sa dérivée est toujours positive.

Lorsque u est très petit, on a sensiblement :

$$\mathrm{Zh}\, u = \mathrm{Ch}\, u^{\frac{1}{3}}.$$

Tableau des valeurs de Zh u et Zh $\frac{u}{2}$.

u.	Zh u.	Zh $\frac{u}{2}$.	lg Zh u.	lg Zh $\frac{u}{2}$.
0,00	1,00	1,00	0,0000	0,0000
0,01	1,00	1,00	0,0000	0,0000
0,05	1,00	1,00	0,0000	0,0000
0,10	1,002	1,00	0,0008	0,0000
0,20	1,007	1,002	0,0030	0,0008
0,30	1,015	1,004	0,0065	0,0016
0,40	1,027	1,007	0,0114	0,0030
0,50	1,042	1,0104	0,0179	0,0045
0,60	1,061	1,015	0,0257	0,0065
0,70	1,084	1,0208	0,0349	0,0089
0,80	1,110	1,027	0,0454	0,0114
0,90	1,140	1,0342	0,0570	0,0146
1,00	1,175	1,042	0,0701	0,0179
1,50	1,420	1,096	0,1522	0,0400
2,00	1,814	1,175	0,2586	0,0701
∞	∞	∞	∞	∞

Digitized by Google

II. — *Du logarithme intégral* [1].

On appelle logarithme intégral de x l'expression :

$$\text{li}\, x = \int_0^x \frac{dx}{\lg x},$$

d'où l'on déduit :

$$\text{li}\, e^y = \int_{-\infty}^y \frac{e^y}{y}\, dy.$$

C'est sous cette dernière forme que la fonction se rencontre le plus communément.

En désignant par $E(z)$ l'expression $\frac{e^z}{z}$, la formule de Taylor donne le développement :

$$\text{li}\, e^{y+z} = \text{li}\, e^y + yE(z) + \frac{y^2}{1.2} E'(z) + \frac{y^3}{1.2.3} E''(z) + \ldots$$

III. — *Notations.*

Nous réunissons enfin, dans la liste suivante, les notations adoptées pour les équations balistiques :

x abscisse } d'un point de la trajectoire.
y ordonnée }

v vitesse tangentielle
u vitesse horizontale
θ inclinaison (angle d') } en ce point.
$p = \text{tg}\, \theta = \frac{dy}{dx}$

t durée de trajet.
p_0 pression atmosphérique.
δ poids spécifique de l'atmosphère.
g accélération de la pesanteur.
S section droite du projectile (ceinture comprise).
P poids du projectile (ceinture comprise).
$\Delta = \frac{\delta S}{P}$.

b paramètre de Navier, $b = \frac{\delta}{2gp_0}$.

---

[1] Voir la table, page 345.

Digitized by Google

$$\beta' = \frac{b'}{b}, \qquad \beta'' = \frac{b''}{b}, \qquad \beta = \beta' + \beta''.$$

$$B = \beta b = b' + b'', \qquad D = (\beta'' - \beta')\, b = b'' - b' = \delta b,$$

$$B' = \frac{1}{2} B, \qquad D' = \frac{1}{2} D = \delta' b.$$

a constante de la pression arrière[1], $a = 0{,}6320$ ou par approximation $a = 0{,}64$.

$$a' = \frac{a}{B}, \qquad a'' = \frac{a}{\beta}.$$

Mouvement rectiligne. Tirs aux vitesses.

Considérons d'abord le cas d'un mobile se déplaçant horizontalement sans être soumis à l'action de la pesanteur et prenons la direction de son mouvement pour axe des x.

On aura :

$$\frac{P}{g}\frac{d^2x}{dt^2} = -p_0 S \left(e^{b'u^2} - e^{a - b''u^2}\right);$$

ou, comme

$$\frac{dx}{dt} = u \qquad \text{et} \qquad \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{du}{dt} = \frac{udu}{udt} = \frac{udu}{dx},$$

$$\frac{udu}{dx} = -p_0 g \frac{S}{P}\left(e^{b'u^2} - e^{a - b''u^2}\right).$$

Soit $bu^2 = u'$, d'où $b'u^2 = \beta' u'$ et $b''u^2 = \beta'' u'$; il vient :

$$\frac{2bu\,du}{dx} = -\frac{2bp_0 gS}{P}\left(e^{b'u^2} - e^{a - b''u^2}\right),$$

c'est-à-dire :

$$\frac{du'}{dx} = -\frac{2bp_0 gS}{P}\left(e^{\beta' u'} - e^{a - \beta'' u'}\right);$$

et, comme on a $b = \frac{\delta}{2gp_0}$ et $\Delta = \frac{\delta S}{P}$, on écrit finalement :

$$\frac{du'}{dx} = -\Delta\left(e^{\beta' u'} - e^{a - \beta'' u'}\right);$$

[1] Voir page 235.

Digitized by Google

ou, en séparant les variables :

$$-\Delta dx = \frac{du'}{e^{\beta' u'} - e^{a - \beta'' u'}}.$$

Voilà donc le problème ramené aux quadratures par la séparation des variables ; toutefois, le second membre n'est pas la différentielle d'une fonction connue et la quadrature ne peut être faite que par approximation.

Nous allons l'effectuer comme il suit, en introduisant les notations hyperboliques [1].

On a :

$$e^{\beta' u'} = \mathrm{Ch}\,\beta' u' + \mathrm{Sh}\,\beta' u',$$

$$e^{a - \beta'' u'} = \mathrm{Ch}\,(a - \beta'' u') + \mathrm{Sh}\,(a - \beta'' u');$$

d'où :

$$e^{\beta' u'} - e^{a - \beta'' u'} = \mathrm{Ch}\,\beta' u' - \mathrm{Ch}(a - \beta'' u') + \mathrm{Sh}\,\beta' u' - \mathrm{Sh}(a - \beta'' u')$$

$$= 2\,\mathrm{Sh}\frac{(\beta' + \beta'')\,u' - a}{2}\left\{\mathrm{Ch}\frac{(\beta' - \beta'')u' + a}{2} + \mathrm{Sh}\frac{(\beta' - \beta'')u' + a}{2}\right\}$$

$$= 2\,\mathrm{Sh}\frac{\beta u' - a}{2} \times e^{\frac{(\beta' - \beta'')\,u' + a}{2}}$$

$$= 2\,\frac{\beta u' - a}{2}\,e^{\frac{(\beta' - \beta'')\,u' + a}{2}} \times \mathrm{Zh}\frac{\beta u' - a}{2}.$$

On peut donc mettre la valeur de $-\Delta x$ sous la forme :

$$-\Delta x = \int_{u_0'}^{u'} \frac{du'}{(\beta u' - a)\,e^{\frac{(\beta' - \beta'')\,u' + a}{2}}} \times \frac{1}{\mathrm{Zh}\frac{\beta u' - a}{2}}.$$

Si l'on remarque que la fonction $\mathrm{Zh}\frac{\beta u' - a}{2}$ varie fort peu, on est conduit à remplacer dans l'expression ci-dessus

[1] Voir page 324.

Digitized by Google

la valeur variable $\frac{1}{\mathrm{Zh}\frac{\beta u' - a}{2}}$ par une valeur moyenne $\frac{1}{\mathrm{Zh}_m \frac{\beta u' - a}{2}}$ et à écrire alors :

$$-\Delta x = \frac{1}{\mathrm{Zh}_m \frac{\beta u' - a}{2}} \int_{u_0'}^{u'} \frac{du'}{(\beta u' - a) e^{\frac{(\beta' - \beta'') u' + a}{2}}}$$

$$= \frac{1}{\beta \mathrm{Zh}_m \frac{\beta u' - a}{2}} \int_{u_0'}^{u'} \frac{e^{\frac{(\beta'' - \beta') u' - a}{2}}}{u' - \frac{a}{\beta}} du'$$

$$= \frac{e^{-\frac{a}{2} + \delta' a''}}{\beta \mathrm{Zh}_m \frac{\beta u' - a}{2}} \int_{u_0'}^{u'} \frac{e^{\delta'(u' - a'')}}{u' - a''} du' ;$$

d'où enfin, remarquant que $\delta' a'' - \frac{a}{2} = - b' a'$,

$$-\Delta\beta\, e^{b'a'} \mathrm{Zh}_m \left(\frac{\beta u' - a}{2}\right) x = \mathrm{li}\, e^{\delta'(u' - a'')} - \mathrm{li}\, e^{\delta'(u_0' - a'')}.$$

Remettant maintenant les vitesses en évidence, en remplaçant u' par bu^2, et posant, pour abréger l'écriture,

$$m_0 = \Delta\beta\, e^{b'a'} \qquad \text{et} \quad m_x = m_0 \mathrm{Zh}_m \frac{\mathrm{B}u^2 - a}{2},$$

il vient :

$$m_x x = \mathrm{li}\, e^{\mathrm{D}'(u_0^2 - a')} - \mathrm{li}\, e^{\mathrm{D}'(u^2 - a')}.$$

Si l'on détermine le paramètre m_x pour chaque valeur de x, c'est-à-dire si chaque fois on recherche la valeur réelle de $\mathrm{Zh}_m \frac{\mathrm{B}u^2 - a}{2}$, que l'on obtiendra en prenant pour u^2, soit $\left(\frac{u_0 + u}{2}\right)^2$, soit $u_0 u$ (et l'on s'assurera aisément que ces substitutions sont d'une approximation suffisante), on peut dire que la solution ci-dessus est bien exacte, dans les limites d'approximation que l'on est en droit de rechercher.

Digitized by Google

Mais si, après avoir déterminé m_{x_1}, pour une valeur x_1 de x, en prenant :

$$m_{x_1} = m_0 \mathrm{Zh} \frac{\mathrm{B} u_0 u_1 - a}{2},$$

on voulait l'employer au calcul d'une valeur x_2 intermédiaire entre x_0 et x_1, on s'exposerait à une erreur, car l'on obtiendrait, au lieu de la vraie valeur x_2, une valeur x_2' donnée par :

$$x_2' = x_2 \times \mathrm{Zh} \frac{\mathrm{B} u_0 u_1 - a}{2} \times \frac{1}{\mathrm{Zh} \frac{\mathrm{B} u_0 u_2 - a}{2}}.$$

Toutefois, les applications montrent que cette erreur est négligeable.

Dans la pratique, on n'a jamais de trajectoire rectiligne, puisque la pesanteur tend naturellement à abaisser le projectile ; mais, lorsque l'on considère de faibles distances, ce qui est le cas de la généralité des tirs aux vitesses, on ne commet pas d'erreur sensible en considérant le projectile comme se mouvant sur une ligne droite, mais non horizontale, et l'on pourra toujours faire emploi de la formule ci-dessus en remplaçant u et x, vitesses et distances horizontales, par v et s, vitesses et distances mesurées suivant la droite joignant les deux positions extrêmes du mobile.

Voici une application numérique dont les données sont empruntées à la *Revue* (1).

Le 5 août 1882, un obus Krupp de 28c, du poids de 345 kg., a donné 524 mètres et 459m,5 de vitesse à 100 mètres et à 2,000 mètres de la bouche à feu. Poids du mètre cube d'air, 1,229.

Résolvons d'après cela par la théorie le problème suivant :

Au bout de quel parcours l'obus sera-t-il passé de la vitesse de 524 *mètres à celle de* 459m,5?

(1) Voir *Revue d'artillerie*, novembre 1882, t. XXI, p. 186.

Digitized by Google

On trouve ainsi :

$$m_x x = 0{,}6597.$$

Si l'on prend m_0 pour valeur de m_x, il vient :

$$x = 2045\ ;$$

en prenant la vraie valeur $m_x = m_0 \, Zh_m \frac{Bu^2 - a}{2}$, on obtient :

$$x = 1885.$$

Erreur commise 15 mètres ; erreur relative $\frac{15}{1900} < \frac{1}{126}$.

Il est difficile de demander plus d'exactitude à une théorie, d'autant qu'il a été impossible de tenir compte du vent, qui avait de 3 à 6 mètres de vitesse, mais dont on ignorait la direction par rapport à la ligne de tir.

Si l'on calcule, d'autre part, la vitesse du projectile au point 1 100, situé à 1 000 mètres du premier point, on trouve :

Avec le paramètre m du point 2 000 : $489^m,5$.

Avec le paramètre m du point 1 100 : $488^m,9$.

On voit que l'erreur est pratiquement négligeable comme on l'annonçait plus haut.

Mouvement d'un projectile ogival lancé obliquement et soumis à l'action de la pesanteur.

Conservant les notations exposées page 326 et désignant d'abord, d'une façon générale, par $p_0 \, S \, f(v)$ la résistance de l'air, on a les deux équations différentielles :

$$\frac{P}{g}\frac{d^2x}{dt^2} = -p_0 \, S f(v) \cos\theta,$$

$$\frac{P}{g}\frac{d^2y}{dt^2} = -p_0 \, S f(v) \sin\theta - P\ ;$$

se rappelant que l'on a :

$$b = \frac{\delta}{2g\,p_0} \qquad \text{et} \qquad \Delta = \frac{\delta S}{P},$$

Digitized by Google

on peut écrire :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{\Delta}{2b} f(v) \cos\theta,$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{\Delta}{2b} f(v) \sin\theta - g;$$

d'où l'on déduit aisément :

$$\frac{udu}{dx} = -\frac{\Delta}{2b} f(v) \cos\theta, \qquad (1)$$

et

$$dp = -\frac{gdx}{u^2}. \qquad (2)$$

En éliminant dx entre les équations (1) et (2), on obtient :

$$udu = \frac{\Delta}{2g\,b} v^2 f(v) \cos\theta\, d\theta; \qquad (3)$$

et, comme $u = v \cos\theta$, on voit que cette équation ne renferme que v et θ.

Lorsque $f(v)$ est de la forme monôme kv^n, on peut en tirer la valeur de u en fonction de θ; mais, dans les autres cas, la séparation des variables n'a pu encore être obtenue.

Le général Didion a proposé et fait admettre par les analystes une méthode approchée à laquelle nous allons également recourir.

On peut écrire l'équation (3) :

$$udu = \frac{\Delta}{2g\,b} \frac{u^2}{\cos^2\theta} f\left(\frac{u}{\cos\theta}\right) \cos\theta\, d\theta,$$

ou encore :

$$du = \frac{\Delta}{2g\,b} u f\left(\frac{\alpha u}{\alpha \cos\theta}\right) \frac{\alpha\cos\theta}{\alpha} \frac{d\theta}{\cos^2\theta}, \qquad (3\ bis)$$

α étant une constante.

Si l'on considère un arc de trajectoire assez réduit pour que $\cos\theta$ varie peu sur tout le contour parcouru, on pourra alors déterminer α de telle sorte que le produit $\alpha \cos\theta$ s'écarte peu de l'unité dans toute l'étendue de cet arc, et s'en écarte dans l'un et l'autre sens, de telle sorte qu'il

Digitized by Google

s'établisse une compensation ; en remplaçant ce produit par sa valeur moyenne, il vient l'expression :

$$\frac{1}{f(\alpha u)}\frac{du}{u}=\frac{\Delta}{2gb\alpha}\frac{d\theta}{\cos^2\theta},$$

où les variables sont séparées, et qui donnera :

$$p=\operatorname{tg}\theta=\frac{2bg\alpha}{\Delta}\int_{u_0}^{u}\frac{du}{uf(\alpha u)}; \qquad (4)$$

et, comme $dp=-\frac{g\,dx}{u^2}$, on aura également :

$$x=-\frac{2b\alpha}{\Delta}\int_{u_0}^{u}\frac{udu}{f(\alpha u)}. \qquad (5)$$

Enfin, l'équation :

$$dy=pdx$$

permet d'exprimer y en fonction de u à l'aide des équations (4) et (5). De plus, si l'équation (5) peut se résoudre par rapport à u, on en déduira par substitution p et y en fonction de l'abscisse x, c'est-à-dire que l'on aura l'équation explicite de la trajectoire, ce qui, au point de vue des applications, est le plus utile à obtenir.

Appliquons maintenant cette méthode de séparation des variables à la loi de résistance que nous avons établie dans la première partie, et faisons :

$$f(v)=e^{b'v^2}-e^{a-b''v^2},$$

qui deviendra par la transformation :

$$f(\alpha u)=e^{b'\alpha^2u^2}-e^{a-b''\alpha^2u^2}.$$

La méthode développée page 328 s'applique et donnera, comme à la page 329 :

$$m_x\,x=\operatorname{li}e^{D'(\alpha^2u_0^2-a')}-\operatorname{li}e^{D'(\alpha^2u^2-a')}, \qquad (6)$$

en posant :

$$m_0=\Delta\beta\,e^{b'a'} \quad \text{et} \quad m_x=m_0\alpha\,\mathrm{Zh}_m\left(\frac{B\alpha^2u^2-a'}{2}\right). \qquad (6\ bis)$$

Digitized by Google

Dans ce procédé, on a remplacé $f(\alpha u)$ par :

$$2\frac{\beta\alpha^2 u^2 - a}{2}\,\mathrm{Zh}\,\frac{\beta\alpha^2 u^2 - a}{2}\,e^{\frac{a}{2} - \mathrm{D}'\alpha^2 u^2};$$

la valeur de p donnée par l'équation (4) sera donc :

$$p - p_0 = \frac{2\,bg\,\alpha}{\Delta}\int_{u_0}^{u}\frac{e^{\mathrm{D}'\alpha^2 u^2 - \frac{a}{2}}}{\mathrm{B}u\,(\alpha^2 u^2 - a)}\times\frac{du}{\mathrm{Zh}\frac{\mathrm{B}\alpha^2 u^2 - a}{2}},$$

ou, désignant $\alpha^2 u^2$ par u', et substituant m_x tiré de (6 *bis*) :

$$p - p_0 = \frac{bg\,\alpha}{\mathrm{B}\Delta\mathrm{Zh}_m\frac{\mathrm{B}u' - a}{2}}\int_{u_0'}^{u'} e^{\mathrm{D}'u' - \frac{a}{2}}\times\frac{du'}{u'(u' - a)}$$

$$= \frac{g\alpha^2 e^{b'a'}}{m_x}\int_{u_0'}^{u'}\frac{e^{\mathrm{D}'u' - \frac{a}{2}}}{a'}\times\left(\frac{-1}{u'} + \frac{1}{u' - a'}\right)du'.$$

Le premier terme de l'intégration donne :

$$\frac{1}{a'}\,e^{-\frac{a}{2}}\int_{u'}^{u_0'}\frac{e^{\mathrm{D}'u'}}{u'}\,du' = \frac{e^{-\frac{a}{2}}}{a'}\left(\mathrm{li}\,e^{\mathrm{D}'u_0'} - \mathrm{li}\,e^{\mathrm{D}'u'}\right);$$

le second terme donne :

$$\frac{1}{a'}\int_{u_0'}^{u'}\frac{e^{\mathrm{D}'u' - \frac{a}{2}}}{u' - a'}\,du' = \frac{e^{-b'a'}}{a'}\int_{u_0'}^{u'} e^{\mathrm{D}'(u' - a')}\,\frac{du'}{u' - a'},$$

ou :

$$\frac{e^{-b'a'}}{a'}\left(\mathrm{li}\,e^{\mathrm{D}'(u' - a')} - \mathrm{li}\,e^{\mathrm{D}'(u_0' - a')}\right),$$

c'est-à-dire, en vertu de l'équation (6) :

$$-\frac{e^{-b'a'}}{a'}\times m_x\,x.$$

On a donc enfin :

$$p - p_0 = -\frac{g\alpha^2}{a'}x + g\alpha^2\frac{e^{b'a'}}{m_x}\times\frac{e^{-\frac{a}{2}}}{a'}\left(\mathrm{li}\,e^{\mathrm{D}'u_0'} - \mathrm{li}\,e^{\mathrm{D}'u'}\right). \quad (7)$$

Reste à calculer y par la formule :

$$dy = p\,dx,$$

Digitized by Google

ce qui donnera :

$$y - p_0 x = -\frac{g\alpha^2}{2a'} x^2 + g\alpha^2 e^{b'a'} \frac{e^{-\frac{a}{2}}}{a'} y_1, \qquad (8)$$

en posant :

$$y_1 = \int_{u_0'}^{u'} (\mathrm{li}\, e^{D'u_0'} - \mathrm{li}\, e^{D'u'})\, dx \frac{1}{m_x}.$$

Comme on a, d'autre part :

$$m_x\, dx = \frac{e^{D'(u'-a')}}{u'-a'} du',$$

on voit que y_1 est une fonction de u' définie par :

$$y_1 = \int_{u_0'}^{u'} (li\, e^{D'u_0'} - li\, e^{D'u'}) \times \frac{e^{D'(u'-a')}}{u'-a'} du' \times \frac{1}{m_x},$$

et l'on pourrait se proposer de la calculer sous cette forme.

Mais, pour l'étude que nous avons entreprise, il convient de remarquer que y_1 ne pourrait s'obtenir en fonction de u' sous forme explicite, et que l'on est, par suite, obligé de le développer en série ; dès lors, on est conduit à chercher à exprimer cette série en termes ordonnés suivant les puissances croissantes de x, puisque l'abscisse x est la variable qui se présente le plus usuellement dans les problèmes balistiques.

Posons, à cet effet, $u_0' - u' = w$; on a :

$$\frac{dy_1}{dx} = \frac{1}{m_x} (\mathrm{li}\, e^{D'u_0'} - \mathrm{li}\, e^{D'u'}) = \frac{1}{m_x} (\mathrm{li}\, e^{D'u_0'} - \mathrm{li}\, e^{D'u_0' - D'w});$$

en développant le deuxième terme de la parenthèse par la formule de Taylor, il vient :

$$\mathrm{li}\, e^{D'u_0' - D'w} = \mathrm{li}\, e^{D'u_0'} - D'w\, E'(D'u_0') + \frac{D'^2 w^2}{1.2} E'(D'u_0') - \ldots.$$

d'où :

$$\frac{dy_1}{dx} = \frac{1}{m_x} \left\{ D'w\, E(D'u_0') - \frac{D'^2 w^2}{1.2} E'(D'u_0') + \ldots. \right\}.$$

D'autre part on a :

$$-xm_x = \mathrm{li}\, e^{D'(u'-a')} - \mathrm{li}\, e^{D'(u_0'-a')},$$

Digitized by Google

ou, par un développement analogue au précédent, remarquant que $u_0' - a' - (u' - a') = u_0' - u' = w$,

$$xm_x = D'w\,E(D'u_0'') - \frac{D'^2 w^2}{1.2} E'(D'u_0'') + \ldots.$$

en écrivant, pour abréger, $u_0' - a' = u_0''$.

Écrivons maintenant :

$$m_x \frac{dy_1}{dx} = A_1 x m_x + A_2 x^2 m_x^2 + A_3 x^3 m_x^3 + \ldots.$$

et déterminons les paramètres $A_1 A_2 A_3 \ldots$ de telle sorte que, en éliminant $x m_x$ entre cette équation et la précédente, on retombe sur le développement de $\frac{dy_1}{dx}$ en fonction de $D'w$, on aura ainsi :

$$\frac{dy_1}{dx} = \frac{1}{m_x}\frac{u_0''}{u_0'} e^{D'a'} x m_x - \frac{a' u_0''}{2u_0'^2} e^{Da' - D'u_0'} \frac{x^2 m_x^2}{m_x}(1 + Rx),$$

et enfin :

$$\frac{dy_1}{dx} = \frac{u_0''}{u_0'} e^{D'a'} x - \frac{a' u_0''}{2u_0'^2} e^{Da' - D'u_0'} x^2 m_x (1 + Rx).$$

Soit m_x' la valeur moyenne de $m_x(1 + Rx)$, on aura alors :

$$y_1 = \frac{u_0''}{u_0'} e^{D'a'} \frac{x^2}{2} - \frac{a' u_0''}{2u_0'^2} e^{D'a' - D'u_0''} m_x' \int x^2 dx + \ldots.$$

ou, en substituant dans (8) :

$$y = p_0 x - \frac{g\alpha^2}{2a'} x^2 + \frac{g\alpha^2}{a'} e^{b'a' - \frac{a}{2}} \left(\frac{u_0''}{u_0'} e^{D'a'} \frac{x^3}{1.2} - \frac{a' u_0''}{u_0'^2} e^{D'a' - D'u_0''} \frac{x^3 m_x'}{1.2.3}\right). \qquad (9)$$

On a $u_0'' = u_0' - a'$, ce qui donne pour le coefficient de x^2 :

$$-\frac{g\alpha^2}{2a'} + \left(1 - \frac{a'}{u'_0}\right)\frac{g\alpha^2}{2u'} e^{b'a' - \frac{a}{2} + D'a'} = -\frac{g\alpha^2}{2u_0'},$$

puisque l'exposant de e, $b'a' - \frac{a}{2} + D'a'$ est égal à zéro,

Digitized by Google

ainsi qu'il est facile de le vérifier; d'où, en réduisant et mettant x^2 en facteur :

$$y = p_0 x - \frac{g\alpha^2}{2a'} \times \frac{a'}{u_0'} x^2 \left(1 + \frac{u_0''}{u_0'} e^{-D'u_0''} \frac{x m_x'}{3}\right).$$

En remplaçant u_0' par sa valeur $\alpha^2 u_0^2$, on écrira finalement :

$$y = p_0 x - \frac{g\alpha^2}{2\alpha^2 u_0^2} x^2 \left(1 + \frac{\alpha^2 u_0^2 - a'}{\alpha^2 u_0^2} e^{D'a' - D'\alpha^2 u_0^2} \frac{x m_x'}{3}\right). \quad (10)$$

Telle est l'équation de la trajectoire, réduite pour les applications à trois termes seulement.

Le terme m_x' est la valeur moyenne de $\alpha m_0 Zh_m \frac{Bu^2 - a}{2}(1 + Rx)$; le facteur $Zh_m \frac{Bu^2 - a}{2}$ varie entre $Zh \frac{Bu_0^2 - a}{2}$ et $Zh \frac{B\left(\frac{u_0 + u_1}{2}\right)^2 - a}{2}$; le facteur $1 + R x$ varie de 1 à $1 + R x$; ce qui conduit à prendre pour la valeur moyenne de m_x' : $m_x' = m_0 \alpha Zh \frac{Bu_0^2 - a}{2}$, en majorant le premier terme pour négliger le second.

Durée de trajet. L'équation de définition :

$$dt = \frac{1}{u} dx,$$

ne donne pas immédiatement la valeur de t sous une forme simple, en y remplaçant dx par sa valeur en fonction de u, et conduit seulement à un développement en série peu convergent. Mais on arrive à une expression suffisamment approchée à l'aide d'une intégration par parties effectuée comme il suit :

On a identiquement :

$$t = \frac{x}{u} + \int \frac{x du}{u^2} = \frac{x}{u} + t',$$

en posant :

$$t' = \int \frac{x du}{u^2}.$$

Digitized by Google

D'autre part, nous avons obtenu (page 336) un développement de x sous la forme :

$$m_x x = D'w\ E(D'u_0'') - \frac{D'^2 w^2}{1.2} E'(D'u_0'') \ldots.$$

où l'on avait : $w = u_0' - u' = \alpha^2 (u_0^2 - u^2)$, ce qui donne en substituant :

$$t' = \int_{u_0}^{u} \frac{1}{m_x} \frac{du}{u^2} \times \left\{ \alpha^2 (u_0^2 - u^2) D' E(D' u_0'') \right.$$
$$\left. - \frac{\alpha^4 (u_0^2 - u^2)^2}{1.2} D'^2 E'(D' u_0'') \ldots \right\}$$

ou, en négligeant la variation de m_x et les termes du développement à partir du second :

$$t' = \frac{1}{m_x} \alpha^2 D' E(D' u_0'') \int_{u_0}^{u} \frac{u_0^2 - u^2}{u^2} du,$$

c'est à-dire :

$$t' = -\frac{1}{m_x} \alpha^2 D' E(D' u_0'') \frac{(u_0 - u)^2}{u} = -\frac{1}{m_x} \alpha^2 \frac{e^{D' u_0''}}{u_0''} \frac{(u_0 - u)^2}{u},$$

ce qui donne pour t :

$$t = \frac{x}{u} \left[1 - \frac{\alpha^2 e^{D' u_0''}}{u_0''} (u_0 - u)^2 \frac{1}{x m_x} \right].$$

Résumons maintenant en un tableau unique les formules obtenues :

Vitesse : $m_x x = \mathrm{li}\, e^{D'(\alpha^2 u_0^2 - a')} - \mathrm{li}\, e^{D'(\alpha^2 u^2 - a')}$;

Inclinaison :

$$p - p_0 = -\frac{g \alpha^2 x}{a'} \left\{ 1 - e^{-D'a'} \frac{1}{x m_x} \left(\mathrm{li}\, e^{D'\alpha^2 u_0^2} \mathrm{li}\, e^{D'\alpha^2 u^2} \right) \right\};$$

Ordonnée : $y = p_0 x - \frac{g x^2}{2 u_0^2} \left(1 + K_0 \frac{x m'_x}{3} \right)$,

en posant :

$$K_0 = \frac{\alpha^2 u_0^2 - a'}{\alpha^2 u_0^2} e^{D'a' - D'\alpha^2 u_0^2};$$

et enfin,

Durée de trajet : $t = \frac{x}{u} \left(1 - \frac{(u_0 - u)^2}{u_0^2 K_0} \times \frac{1}{x m_x} \right)$.

Digitized by Google

Rappelons que l'on a :

$$m_x = \Delta\beta\, e^{b'\alpha'} \times \alpha\, \mathrm{Zh}_m \frac{B\alpha^2 u^2 - a}{2}$$

et

$$m_x' = \Delta\beta\, e^{b'\alpha'}\, \alpha\, \mathrm{Zh} \frac{B\alpha^2 u_0^2 - a}{2}.$$

Il reste à déterminer le coefficient α. On se rappelle que ce coefficient doit avoir une valeur intermédiaire entre les valeurs extrêmes de $\frac{1}{\cos\theta}$ pour toute l'étendue de l'arc considéré. Pour un arc donné de trajectoire, où θ varierait, par exemple, entre 20° et 30°, on déterminerait α, soit à l'aide de la table calculée à cet effet par le général Didion, soit par la formule simple et suffisamment approchée :

$$\frac{1}{\alpha} = \cos\frac{1}{2}(\theta' + \theta'').$$

Lorsque l'on peut représenter toute la trajectoire par un seul arc, ce qui exige que θ varie peu, c'est-à-dire que l'angle de projection soit faible, et ne dépasse pas 10° à 12°, on devrait prendre d'après cela, pour α, une valeur égale à $\frac{1}{\cos\frac{1}{2}\varphi}$ pour la branche ascendante et à $\frac{1}{\cos\frac{1}{2}\omega}$ pour la branche descendante, ω étant l'angle de chute, peu différent d'ailleurs de φ.

L'examen des équations différentielles du mouvement montre qu'en donnant à α une valeur trop forte, on exagère la résistance et l'on obtient une trajectoire surbaissée. Malgré cet inconvénient, il est commode d'adopter la valeur $\alpha = \frac{1}{\cos\varphi}$, parce que l'on arrive ainsi à la plus grande simplicité possible dans les expressions ; cette augmentation vient d'ailleurs en compensation de l'influence des termes négligés.

En résumé, dans le cas d'un angle de projection considérable, on partagera la trajectoire en arcs pour chacun

Digitized by Google

desquels on prendra $\frac{1}{\alpha} = \cos \frac{1}{2} (\theta' + \theta'')$; dans le cas d'un angle initial inférieur à 12°, on prendra $\alpha = \frac{1}{\cos \varphi}$, ce qui donnera les formes suivantes :

Vitesse : $m_x x = \text{li}\, e^{D'(v_0^2 - a')} - \text{li}\, e^{D'(v^2 - a')}$.

Inclinaison :

$$p = p^0 - \frac{gx}{a' \cos^2 \varphi} \left\{ 1 - e^{-D'a'} \left(\text{li}\, e^{D'v_0^2} - \text{li}\, e^{D'v^2} \right) \frac{1}{xm_x} \right\}.$$

Ordonnée : $y = p_0 x - \frac{gx^2}{2u_0^2} \left(1 + K_0 \frac{xm_x'}{3} \right)$.

Durée de trajet : $t = \frac{x}{u} \left(1 - \frac{(u_0 - u)^2}{u_0^2} \times \frac{1}{K_0\, xm_x} \right)$;

$K_0 = \frac{v_0^2 - a'}{v_0^2} e^{-D'(v_0^2 - a)'}$ et $m_x = \Delta\beta\, e^{b'a'} \times \frac{1}{\cos \varphi} Zh_m \frac{Bv^2 - a}{2}$.

Les applications qui suivent vont permettre de se rendre compte de l'exactitude des formules ci-dessus.

1re application. — *Étude du canon de* 100 *tonnes essayé à la Spezzia en* 1880.

L'obus tiré à la Spezzia avait un diamètre de 446 millimètres et un rayon d'arc ogival de 907 millimètres, ce qui donne pour amplitude de l'arc générateur 41°, d'où $\beta' = 0{,}16$.

Son poids était de 1 000 kg. et la vitesse initiale qui lui a été imprimée dans les essais était de 450 mètres.

Les tirs ont donné les trois résultats ci-dessous :

ANGLE DE TIR	PORTÉE EXPÉRIMENTALE
2°55′	1950 m
6 45	4133
10 3	5800

On se propose de calculer, par les formules ci-dessus établies, les angles de tir à employer pour obtenir les portées de 1 950, 4 133 et 5 800 mètres, connaissant simplement les éléments du projectile et sa vitesse initiale.

Digitized by Google

PORTÉE.	RÉSULTATS DU CALCUL.		ANGLE employé φ'.	ERREUR	
	Vitesse u.	Angle de tir φ.		absolue $\varphi - \varphi'$.	relative $\frac{\varphi - \varphi'}{\varphi'}$.
m.	m.				
1 950	400	2°57′	2°55′	+ 2′	$\frac{1}{89}$
4 133	355	6 47	6 45	+ 2′	$\frac{1}{203}$
5 800	330	10 12	10 3	+ 9′	$\frac{1}{68}$

On voit que la théorie simple nous met à même de dresser, *à priori*, les tables de tir jusqu'à 6 000 mètres environ pour cette bouche à feu. C'est ce que nous avons fait, en prenant une vitesse initiale de 460 mètres, à l'instar de M. le capitaine Siacci, de l'artillerie italienne [1] : il était, en effet, intéressant de rapprocher des résultats déduits, les uns de la théorie balistique pure, les autres d'une sorte d'interpolation effectuée à l'aide de tables de tir existantes.

PORTÉE.	ANGLE de tir calculé.	ANGLE de tir (méthode Siacci).	VITESSE calculée.	VITESSE (méthode Siacci).
m.			m.	m.
1 000	1°23′	1°16′	432	430
2 000	2 52	2 51	407	402
3 000	4 36	4 33	384	378
4 000	6 14	6 23	364	356
5 000	8 7	8 26	346	337
6 000	10 49	10 43	332	322

2e application. — *Étude du canon de 24c, modèle 1876, lançant l'obus modèle 1877 à la vitesse de 470 mètres.*

L'obus modèle 1877 a un diamètre de 242 millimètres et un rayon d'arc ogival de 945mm,7, ce qui donne pour amplitude de l'arc générateur $\gamma = 30°$, d'où $\beta' = 0{,}092$.

En suivant à son égard la même marche que pour le

[1] Voir *Revue d'artillerie*, octobre 1880, t. XVII, p. 43.

Digitized by Google

projectile précédent, on est conduit d'abord à prendre les résultats obtenus directement par les tirs d'expérience et à les rapprocher de ceux déduits de la théorie. C'est ainsi que l'on a pu établir le tableau suivant :

PORTÉE.	ANGLE DE TIR		ERREUR	
	calculé φ.	expérimental φ'.	absolue $\varphi' - \varphi$.	relative $\frac{\varphi' - \varphi}{\varphi'}$.
m.				
702	0°57′	0°52′	— 4′	$\frac{1}{11}$
1 800	2 39	2 39	»	»
3 135	5 8	5 5	+ 2′	$\frac{1}{152}$
5 244	9 56	10 3	+ 7′	$\frac{1}{86}$

La dernière ligne, relative à la portée 5 244 mètres, n'est donnée qu'à titre d'indications, car la vitesse que conserve le projectile (297 mètres) n'est pas comprise dans les limites où l'on est en droit absolu d'appliquer la formule de la loi de résistance.

On a également calculé une table de tir de 1 000 à 4 000 mètres pour la rapprocher de celle établie par la commission de Calais.

PORTÉE.	ANGLE DE TIR		VITESSE RESTANTE	
	calculé.	compensé à Calais.	calculée.	calculée à Calais.
m.			m.	m.
1 000	1°25′	1°27′	414	407
2 000	3	3 6	369	361
3 000	4 49	4 57	335	327
4 000	6 56	7 2	314	305

On voit que les formules ci-dessus, déduites analytiquement de résultats d'expériences allemandes, ont donné des résultats concordant avec le tir pour les projectiles du canon de 100 tonnes et du canon français de 24ᶜ.

Digitized by Google

Elles ne sont d'ailleurs pas d'un maniement difficile, malgré leur complication apparente.

Du reste, si l'on voulait les introduire dans la pratique courante, il y aurait lieu d'étudier encore la manière de les simplifier ; mais cette recherche ne peut être utilement entreprise que lorsque l'on aura pu établir les formules relatives aux autres vitesses, soit supérieures à 550 mètres, soit inférieures à la vitesse du son, de manière à arriver, s'il est possible, à un type unique de formule.

Il faut se garder, d'autre part, de confondre la formule actuelle de trajectoire, qui a été réduite au troisième degré, avec celle déduite de l'hypothèse de la résistance proportionnelle à la quatrième puissance de la vitesse : dans cette dernière, en effet, l'abaissement de l'ordonnée au-dessous de celle correspondant dans le vide à la même abscisse est indépendant de la vitesse initiale, ce qui n'a pas lieu dans la formule actuelle. Il faudrait donc, pour rattacher celle-ci au type précédent, considérer le coefficient de résistance comme variant avec la vitesse initiale, élément lui-même essentiellement variable, et par suite changer la fonction de résistance qui ne serait plus cv^4, mais $cv^4 f(v_0)$, ce qui est tout différent.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

En résumé, il semble que l'on puisse affirmer, d'après les études ci-dessus exposées, que la loi de résistance de l'air est bien définie, comme intensité et comme formules d'application, pour les vitesses comprises entre 600 mètres et 340 mètres, à l'aide de l'expression :

$$R = p_0 S \left(e^{b'v^2} - e^{a - b''v^2}\right),$$

les paramètres ayant les valeurs définies plus haut [1].

---

[1] Il convient de signaler dès aujourd'hui, pour prendre date : 1° que la loi de détente de Zeuner, pour les vitesses comprises entre 330 mètres et 550 mètres, peut se représenter numériquement par une expression de la forme $p'' = p_0 e^{a - \lambda v^2}$, λ ayant une valeur très voisine de b''. — 2° Que la représentation de la loi de résistance sous la forme : $p = p' - p''$, où $p' = e^{b' v^2}$ et où p'' est donné par la loi de Zeuner modifiée

Digitized by Google

En ce qui concerne la limite supérieure, bien qu'elle soit suffisante dans les conditions actuelles de l'artillerie, il y aurait toutefois intérêt à la reculer, à l'aide de tirs effectués aux vitesses de 650 mètres, 700 mètres et 750 mètres, par exemple.

Pour les vitesses inférieures à la vitesse du son, le problème semble plus complexe.

On sait, en effet, qu'aux environs de cette vitesse, la loi de résistance éprouve une brusque variation dont la cause est depuis longtemps à trouver.

Il serait donc utile de refaire quelques tirs balistiques : on pourrait, par exemple, mesurer d'abord la résistance de l'air à des vitesses de 150, 200, 250 et 300 mètres, et ce que l'on sait déjà permet de prévoir que cette résistance croîtra un peu plus vite que le carré de la vitesse.

Entre 300 et 360 mètres, la variation est beaucoup plus rapide et les intervalles ont besoin d'être plus resserrés; il serait donc nécessaire de faire les mêmes mesures de 10 en 10 mètres, ou tout au moins de 20 en 20 mètres, c'est-à-dire à 300, 320, 340, 360 mètres.

On pourra, sans doute, alors établir la loi de résistance entre ces limites, et du rapprochement de l'expression ainsi obtenue avec les formules établies plus haut, de la discussion méthodique des phénomènes dont ces lois sont l'expression numérique, remonter à la loi véritable de l'action mutuelle du projectile et du fluide qui l'environne. Peut-être cette loi semblera-t-elle d'une application analy-

par un facteur constant, donne bien effectivement un point d'inflexion aux environs de 330 mètres. Nous croyons donc être en droit de dire, dès à présent : Il est possible de rendre compte des variations de la loi de résistance de l'air au mouvement des projectiles oblongs, à l'aide de considérations fournies par la théorie pure et d'après lesquelles l'augmentation de pression à l'avant se fait suivant la loi de Navier (qui, dans les limites expérimentales, diffère peu d'ailleurs de celle de Zeuner). — La détente à l'arrière peut se représenter par la loi de Zeuner, surtout si l'on tient compte des phénomènes, souvent observés, relatifs à la couronne nuageuse qui entoure le projectile et est sans doute due à la condensation de la vapeur d'eau ambiante. — Les expériences demandées à la fin du présent travail nous donneront sans doute de nouvelles données sur ce problème, dont l'importance est si grande, non seulement pour les questions d'artillerie, mais encore pour la théorie des gaz.

Digitized by Google

tique difficile, mais il est cependant permis de penser qu'un tel problème, une fois bien posé, est au-dessus des difficultés de calcul, et que l'on pourra, sans trop d'efforts, en dégager la solution pratique, c'est-à-dire un système de formules balistiques définitives.

VALLIER,
Capitaine d'artillerie.

Annexe n° 1.

Table sommaire de la fonction $\Pi\, e^{w}$.

w.	$\Pi\, e^{w}$.	w.	$\Pi\, e^{w}$.	w.	$\Pi\, e^{w}$.	w.	$\Pi\, e^{w}$.
0	$-\infty$	0,27	— 0,4427	0,45	+ 0,2849	0,63	+ 0,8601
0,10	— 1,6228	0,28	— 0,3949	0,46	+ 0,3195	0,64	+ 0,8898
0,11	— 1,5170	0,29	— 0,3482	0,47	+ 0,3537	0,65	+ 0,9194
0,12	— 1,41935	0,30	— 0,3027	0,48	+ 0,3876	0,66	+ 0,9488
0,13	— 1,3287	0,31	— 0,2582	0,49	+ 0,4211	0,67	+ 0,9781
0,14	— 1,2438	0,32	— 0,2147	0,50	+ 0,4542	0,68	+ 1,0071
0,15	— 1,1611	0,33	— 0,1721	0,51	+ 0,4870	0,69	+ 1,0361
0,16	— 1,0837	0,34	— 0,1303	0,52	+ 0,5195	0,70	+ 1,0649
0,17	— 1,0172	0,35	— 0,0894	0,53	+ 0,5517	0,71	+ 1,0936
0,18	— 0,84915	0,36	— 0,0493	0,54	+ 0,58365	0,72	+ 1,1222
0,19	— 0,8841	0,37	— 0,0980	0,55	+ 0,6153	0,73	+ 1,1507
0,20	— 0,8218	0,38	+ 0,0290	0,56	+ 0,6467	0,74	+ 1,1791
0,21	— 0,7619	0,39	+ 0,0672	0,57	+ 0,6778	0,75	+ 1,2073
0,22	— 0,7042	0,40	+ 0,1048	0,58	+ 0,7087	0,76	+ 1,2355
0,23	— 0,6485	0,41	+ 0,1418	0,59	+ 0,7394	0,77	+ 1,2636
0,24	— 0,5947	0,42	+ 0,1783	0,60	+ 0,7699	0,78	+ 1,2916
0,25	— 0,5425	0,43	+ 0,2143	0,61	+ 0,80015	0,79	+ 1,3195
0,26	— 0,4919	0,44	+ 0,2493	0,62	+ 0,8302	0,80	+ 1,3474

Annexe n° 2.

Mise en pratique des formules établies ci-dessus.

On peut, dans la pratique, employer les formules ci-dessous, pourvu que la vitesse reste supérieure à 320 mètres. Elles permettent d'établir, *à priori*, des tables de tir approchées ; pour les mettre d'accord avec l'expérience, il suffira de modifier le paramètre m (formule 1) d'après les

Digitized by Google

résultats d'un tir aux vitesses exécuté dans ce but. Cette opération sera d'autant plus utile que le calibre sera plus faible, car le moment d'inertie autour de l'axe principal, c'est-à-dire la stabilité de rotation, diminue comme la cinquième puissance des dimensions du projectile, tandis que la section droite et le poids ne varient que comme les deuxième et troisième puissances.

Soient :

$$w = D' v^2 - D' a', \qquad w_0 = D' v_0^2 - D' a',$$

$$m' = \Delta\beta\, e^{b'a'} \operatorname{Zh}\left(\frac{\beta}{\delta} w_0\right), \qquad m = \Delta\beta\, e^{b'a'} \sqrt{\operatorname{Zh} \frac{\beta}{\delta} w_0},$$

$$K = K_0 m', \qquad K_0 = \frac{1}{3} \frac{w_0 e^{-w_0}}{w_0 + D' a'}.$$

On a :

Vitesse restante . . . $\quad \operatorname{li} e^{w} = \operatorname{li} e^{w_0} - mx.$

Trajectoire. . . . . $\quad y = x \operatorname{tg} \varphi - \dfrac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \varphi}(1 + Kx).$

Inclinaison. . . . . $\quad \operatorname{tg} \theta = \operatorname{tg} \varphi - \dfrac{gx}{2v_0^2 \cos^2 \varphi}(2 \times 3Kx).$

Durée de trajet . . . $\quad t = \dfrac{x}{v \cos\theta}\left\{1 - \left(\dfrac{v_0 \cos\varphi - v \cos\theta}{v_0 \cos\varphi}\right)^2 \times 3Kx.\right.$

Angle de projection . $\quad \sin 2\varphi = \dfrac{g}{v_0^2} \times (1 + KX).$

Angle de chute ω . . $\quad \operatorname{tg}(\omega - \varphi) = \dfrac{g}{v_0^2} KX^2.$

Vitesse v supérieure à 320 mètres. Angle φ inférieur à 15 degrés.

Pour les projectiles de l'artillerie française modèle 1877, dont l'arc ogival diffère peu de 30°, on a :

$$\log m' = \bar{2},1221 + \log \frac{a^2}{p} + \log \operatorname{Zh}(1,295 w_0),$$

$$K_0 = \frac{1}{3} \frac{w_0 e^{-w_0}}{w_0 + 0,281},$$

et la relation entre v et w est donnée ci-après [1] :

[1] Dans ces conditions, il suffit pour la solution de divers problèmes d'employer

Digitized by Google

w.	v.	w.	v.	w.	v.	w.	v.
0,10	331	0,28	402	0,46	462	0,64	515
0,11	336	0,29	406	0,47	465	0,65	518
0,12	340	0,30	409	0,48	468	0,66	521
0,13	344	0,31	413	0,49	471	0,67	523
0,14	348	0,32	416	0,50	474	0,68	526
0,15	352	0,33	420	0,51	477	0,69	529
0,16	356	0,34	423	0,52	480	0,70	532
0,17	360	0,35	426	0,53	483	0,71	534
0,18	364	0,36	430	0,54	486	0,72	537
0,19	368	0,37	433	0,55	489	0,73	540
0,20	372	0,38	436	0,56	492	0,74	542
0,21	376	0,39	440	0,57	495	0,75	545
0,22	380	0,40	443	0,58	498	0,76	548
0,23	384	0,41	446	0,59	501	0,77	550
0,24	387	0,42	450	0,60	504	0,78	553
0,25	391	0,43	453	0,61	507	0,79	556
0,26	395	0,44	456	0,62	510	0,80	558
0,27	399	0,45	459	0,63	512		

avec les tables données ci-dessus : Une table de logarithmes à 4 décimales de 1 à 2 000 (4 pages) ; une table de logarithmes d'addition (2 pages) ; une table de sinus de 6 en 6 minutes (2 pages) ; une table de tangentes à 4 décimales (2 pages). — Voir ces tables dans le recueil de Houël précité.

Digitized by Google

RÉSUMÉ DES PRINCIPALES EXPÉRIENCES

EXÉCUTÉES PAR

L'ARTILLERIE SUISSE

EN 1884

(D'après la *Schweizerische Zeitschrift für Artillerie und Genie.*)

(PL. VI.)

Les expériences exécutées, en 1884, par la *Commission fédérale d'artillerie,* ont principalement porté sur le matériel du canon de 12c Krupp en acier fretté. Avant d'exposer le compte rendu résumé des expériences et les décisions de la Commission et du Chef d'arme (*Waffenchef*), nous donnerons quelques détails complémentaires sur le matériel de campagne de 8c,4, dont il a été parlé à plusieurs reprises dans la *Revue* (1). Quelques-unes des dispositions étudiées en 1884 se rapprochant de celles adoptées pour le matériel de 8c,4, cette courte description et les dessins qui l'accompagnent pourront remédier, dans une certaine mesure, au manque de détails du compte rendu.

Matériel de campagne.

Le type de canon de 8c,4, adopté primitivement, était en tous points semblable aux canons Krupp. Le coin a été modifié postérieurement de façon à permettre l'emploi d'une *étoupille obturatrice à percussion* (2). Cette étoupille (fig. 1) se compose essentiellement d'une douille en tombac embouti présentant un bourrelet annulaire. Une

(1) Voir *Revue d'artillerie,* septembre 1879, t. XIV, p. 535; juillet 1880, t. XVI, p. 397; août 1881, t. XVIII, p. 457; octobre 1882, t. XXI, p. 51; mai 1884, t. XXIV, p. 180. Les nouveaux renseignements sont extraits de la *Schweizerische Zeitschrift für Artillerie und Genie,* mars 1885, et du *Manuel d'artillerie, batteries de campagne.*

(2) Voir *Revue d'artillerie,* mai 1884, t. XXIV, p. 181.

Digitized by Google

capsule, sous le fond de laquelle est appliquée l'amorce, est fixée dans la douille et est percée de deux évents; elle contient une charge de 5 grammes de poudre recouverte de papier; l'étoupille est fermée par un disque en toile.

L'amorce de l'étoupille est enflammée par le choc d'un *appareil à percussion* logé dans le coin (fig. 2 à 6).

Cet appareil se compose essentiellement:

1° D'un *bloc* en acier A, muni d'un tenon *t* et d'une poignée *p*; il est percé suivant son axe d'un canal cylindrique terminé par une partie tronconique;

2° D'une *broche* en acier B, terminée à l'avant par une pointe tronconique, et présentant à son extrémité postérieure une entaille *e*, destinée à recevoir la lame du tire-feu *f*;

3° D'un *ressort à boudin* en acier C, destiné à chasser la broche vers l'avant;

4° D'un *couvercle* D, vissé sur le bloc et maintenu à la position convenable par une vis-arrêtoir V; sur sa face supérieure, le couvercle présente une rainure *r* pour la lame du tire-feu;

5° Du *tire-feu*, comprenant une lame en acier *f*, fixée à l'extrémité d'une courroie *g*; cette lame a la forme générale d'un coin et se termine par une boucle à la partie la plus étroite.

Un *extracteur* E est placé dans le logement du bloc, au-dessous de celui-ci.

L'appareil de percussion fonctionne de la façon suivante:

Supposons le coup parti et la culasse fermée. On introduit la lame du tire-feu dans l'entaille de la broche; celle-ci se trouve ramenée de 3 millimètres en arrière de sa position de repos et sa pointe est rentrée à l'intérieur du bloc. La courroie du tire-feu est enroulée autour de la tête du bloc pour empêcher la lame de se déplacer. Le coin étant ramené à la position de chargement, on appuie brusquement avec la paume de la main sur la poignée *p*; on fait

Digitized by Google

ainsi tourner le bloc autour du tenon *t* et on l'amène dans la position marquée en pointillé sur la figure 2, dégageant l'entrée du logement de l'étoupille. En même temps, l'extrémité du bloc vient buter contre le grand bras de l'extracteur E, et la douille vide est expulsée par la griffe de l'extracteur. On introduit une nouvelle étoupille dans le logement, on ramène en arrière la poignée *p*, on charge la pièce et on ferme la culasse. Pour mettre le feu, le servant, après avoir déroulé la courroie du tire-feu, la tire vivement en arrière. La lame du tire-feu glisse dans la rainure du couvercle, la broche remontant son plan incliné ; lorsque la lame échappe, la broche, poussée par le ressort, vient frapper l'étoupille et déterminer l'inflammation de l'amorce.

La *Revue* a donné la description des divers types de *projectiles* de 8^{c},4 mis en essai et a rendu compte des expériences auxquelles ils ont donné lieu (1). Les modèles définitivement adoptés comprennent :

1° Un obus à anneaux (fig. 8) pesant 6^{kg},200 et renfermant 140 grammes de poudre ;

2° Un shrapnel à charge postérieure (fig. 9) formé d'un corps en acier et d'une ogive en fonte vissée sur celui-ci ; il renferme 180 balles en plomb durci du poids de 12^{g},5 et une charge de 64 grammes de poudre ;

3° Une boîte à mitraille en fer-blanc avec fond en bois (fig. 10), renfermant 6 balles en zinc du poids de 100 grammes et 56 balles en plomb durci du poids de 75 grammes ; six ailettes arrêtent la boîte à sa position de chargement.

L'obus est armé d'une fusée percutante Rubin et Fornerod (fig. 11), dans laquelle le ressort d'armement est en acier embouti.

Le shrapnel est armé d'une fusée à double effet Rubin et Fornerod (2).

(1) Voir *Revue d'artillerie*, août 1881, t. XVIII, p. 457 ; octobre 1882, t. XXI, p. 51 mai 1884, t. XXIV, p. 181.
(2) Voir *Revue d'artillerie*, novembre 1882, t. XXI ,p. 102, pl. II.

Digitized by Google

Canon de 12° en acier fretté.

1° *Bouche à feu.*

Deux canons de 12c frettés ont été modifiés pour permettre l'emploi d'un dispositif d'*inflammation par percussion* semblable à celui du canon de 8c,4. L'essai de ce dispositif ayant donné de très bons résultats, la Commission l'a adopté.

La Commission a demandé qu'il soit fait des expériences sur l'emploi d'un *obturateur en cuivre ;* en outre, pour permettre à l'industrie nationale de prendre part à la fabrication des pièces de position, elle a proposé au *Département militaire fédéral* de commander immédiatement et d'essayer deux canons de 12c en *bronze mandriné.*

2° *Projectiles et fusées.*

Obus Gruson. — Le calibre du canon de 12c étant relativement faible pour une pièce de siège, on a cherché à augmenter les effets de ses obus sur le matériel et sur les obstacles résistants. Des obus-fougasses, construits par l'usine Gruson, ont été tirés comparativement avec des obus réglementaires chargés en poudre ordinaire. On n'a pas pu constater pour les obus Gruson une supériorité notable au point de vue des effets, et par contre leur préparation pour le tir est plus compliquée et plus longue.

La Commission a décidé en conséquence de ne pas poursuivre les essais et d'attendre que d'autres puissances aient expérimenté ces projectiles.

Excentricité des obus de 12c. — Dans le but de reconnaître l'influence sur la justesse du tir de l'excentricité des obus et de déterminer la limite de la tolérance à admettre, on exécuta un tir avec des obus ayant une excentricité de 2 millimètres (distance entre l'axe de la surface extérieure du projectile et l'axe du vide intérieur).

Digitized by Google

L'expérience ayant prouvé que cette excentricité exerce sur la justesse du tir une influence sensible, la Commission proposa d'abaisser de 2 millimètres à 1 millimètre la limite de tolérance admise.

Shrapnel; fusée à double effet. — Le canon de 12c fretté ne possédait pas encore de shrapnel. On mit en essai un *shrapnel à chambre postérieure* et une *fusée à double effet, à deux étages,* permettant le tir du shrapnel aux grandes distances. Grâce à l'étendue de la graduation de la fusée, le shrapnel pouvait servir également au tir du mortier de 12c.

Dans un premier essai exécuté au mois de mars, on constata quelques éclatements dans l'âme. Pour savoir si ces éclatements devaient être attribués au fonctionnement de l'appareil percutant au moment du départ, ou à l'inflammation de la charge par suite du frottement de la poudre contre les parois du tube central, on tira 11 shrapnels dans lesquels un cylindre de papier avait été interposé entre la poudre et le tube; un de ces shrapnels éclata dans l'âme. Les éclatements étaient donc dus au fonctionnement prématuré de l'appareil percutant.

Les expériences furent reprises au mois de juin avec des fusées légèrement modifiées: un petit disque en plomb durci avait été placé sous le percuteur pour empêcher celui-ci de rebondir en avant. L'expérience ayant prouvé que ce moyen n'était pas suffisant, on ajouta un petit ressort à boudin au-dessus du percuteur. Néanmoins il se produisit encore des éclatements dans l'âme.

On fit subir à la fusée une nouvelle modification: le percuteur fut raccourci; un disque en plomb durci fut placé au-dessous et un ressort à boudin au-dessus de lui; en même temps on modifia la ceinture arrière du shrapnel de manière à diminuer la résistance opposée par les cloisons. Cent vingt shrapnels ainsi modifiés furent tirés sans donner lieu à aucun éclatement dans l'âme.

Dans toutes les expériences, les appareils fusants et percutants des fusées fonctionnèrent convenablement (à part

Digitized by Google

les éclatements dans l'âme) ; le feu fut communiqué régulièrement du disque supérieur au disque inférieur.

La Commission, à la suite des expériences, a adopté un modèle définitif pour la fusée de shrapnel et un modèle définitif pour la fusée percutante destinée au tir des obus.

Les expériences précédentes furent aussi utilisées pour l'étude des *effets du shrapnel*. On employa, pour le chargement, des balles en plomb durci de deux calibres différents : pesant, les unes 15 grammes, les autres $12^g,5$. Le shrapnel contenait 395 à 400 balles de 15 grammes ou 475 à 480 balles de $12^g,5$.

A la distance de 3000 mètres et avec le même intervalle d'éclatement, le shrapnel à petites balles fournit un nombre d'atteintes surpassant d'un quart environ le nombre obtenu avec le shrapnel à grosses balles. Le nombre des files touchées est aussi légèrement supérieur dans le cas du shrapnel à petites balles. A la même distance, la force de pénétration des petites balles se montra aussi convenable que celle des grosses balles. A la suite de ces résultats, la Commission fixa son choix sur le shrapnel à balles de $12^g,5$.

Restait à déterminer si les shrapnels de 12^c, ou pour mieux dire les corps de shrapnels, fournis jusqu'à présent exclusivement par l'usine Krupp, ne pourraient pas être produits par l'*industrie nationale*.

A cet effet, on fit éclater au repos des shrapnels de 12^c dont le corps était, pour les uns en acier Krupp, pour les autres en fer forgé aciéreux.

Les corps de shrapnels de fabrication suisse se sont un peu déformés et les ogives sont restées d'une pièce. Dans les shrapnels fournis par l'usine Krupp le corps n'a subi aucune déformation et l'ogive a toujours été brisée.

Une seconde série d'expériences fut faite deux mois plus tard : on exécuta un tir avec un certain nombre de shrapnels fabriqués en Suisse. Le corps s'est bien comporté dans l'âme et pendant le trajet, mais s'est générale-

Digitized by Google

ment déformé au moment de l'éclatement ; pour un certain nombre de shrapnels il s'est brisé, tandis que l'ogive restait entière.

3° *Affûts.*

La Commission a adopté de légères modifications à l'affût et a décidé qu'il serait muni de deux sabots, spécialement destinés à l'enrayage de route, mais pourvus de chaînes disposées de façon à permettre au besoin l'enrayage de tir.

4° *Voitures, armements.*

La Commission demande que l'on étudie un type de niveau de pointage d'un emploi plus pratique.

Elle a établi un modèle de *caisse à munitions* pour le canon de 12^{c} fretté et le mortier de 12^{c}. La caisse renferme 5 projectiles ou 10 gargousses, et chaque caisse à projectiles contient en outre 6 fusées et 10 étoupilles à percussion. Chaque pièce doit recevoir un approvisionnement de caisses correspondant à 200 coups et de plus une caisse renfermant 10 gargousses supplémentaires.

A chaque canon de 12^{c} fretté, existant ou à construire, sera attribué pour le transport de ces caisses un caisson transformé d'après un modèle présenté par l'*Atelier de construction fédéral de Thoune.*

5° *Poudres.*

Dans les expériences de tir faites avec le canon de 12^{c} fretté, on a employé une poudre à grains de 16 à 18 millimètres. La pression des gaz ayant été reconnue un peu forte, on réduisit la charge à 4^{kg},25.

Dans le but d'obtenir des effets plus réguliers encore, on essaya différents échantillons fournis par l'*Administration fédérale des poudres :* poudre au bois, poudre octaédrique, poudre pentaédrique.

Digitized by Google

La poudre dite *octaédrique* fut celle qui donna les meilleurs résultats; la dispersion fut sensiblement plus faible qu'avec la poudre en usage. Les essais relatifs à la poudre octaédrique seront continués.

On expérimenta également une poudre identique à la poudre 16/18, mais dont la grosseur des grains varie entre des limites plus étendues, à savoir 15 et 19 millimètres; cette extension des limites, qui a pour but de faciliter la fabrication, a paru pouvoir être admise sans inconvénient.

6° *Plate-forme.*

Une plate-forme *transportable* pour canon de 12^{c} fretté, proposée par le lieutenant-colonel Gressly, a été expérimentée en octobre et en décembre.

Les résultats des expériences permettent d'espérer que l'adoption de plates-formes transportables constituera un progrès notable pour l'artillerie de position.

Mortier de 12°.

En 1883, un canon de 10^{c},5, en acier, avait été raccourci de 0^{m},50, alésé et rayé au calibre de 12^{c}, muni de nouveaux tourillons et disposé pour l'inflammation par percussion. En même temps, on avait approprié un affût de campagne de 10^{c},5 au tir sous les grands angles du nouveau mortier, et ce matériel avait été soumis à une première série d'essais. De nouvelles expériences ont été exécutées en 1884 sur le mortier de 12^{c}, ainsi que sur une plate-forme transportable Gressly. Le mortier fonctionna très bien et la plate-forme résista parfaitement.

A l'occasion d'une manœuvre faite par une division d'artillerie de position, on employa avec succès le mortier et sa plate-forme transportable dans un terrain très marécageux.

La Commission a décidé que le mortier de 12^{c} serait

Digitized by Google

muni du dispositif pour l'*inflammation par percussion*, et a adopté définitivement l'*affût* mis en essai, ainsi que la plate-forme proposée par le lieutenant-colonel Gressly.

Elle a demandé la continuation des études sur les règles de pointage et de repérage destinées au tir du mortier.

Les charges, variant par 150 grammes, entre 300 et 900 grammes, sont constituées par la juxtaposition de gargousses de 300 et de 450 grammes.

On fait usage de la poudre à grains de 5 à 9 millimètres.

Canon de 15° en bronze mandriné.

Une poudre à grains de 10 à 15 millimètres avait été primitivement destinée au canon de 15ᶜ en bronze mandriné (¹). Mais il n'a été livré jusqu'à présent qu'un seul canon de ce modèle et il n'en sera pas construit d'autres à bref délai. Il ne parut donc pas pratique d'avoir une poudre spéciale pour un canon unique. On essaya si la poudre 16/18, adoptée pour le canon de 12ᶜ fretté, ne pourrait pas être employée sans trop grand inconvénient pour le tir du canon de 15ᶜ en bronze mandriné. La vitesse initiale obtenue avec la poudre 16/18 ne fut inférieure que de 4 mètres environ à la vitesse produite par la poudre 10/15.

Canon de 15° court, en bronze, tubé.

Les canons de 15ᶜ courts, en bronze, existant actuellement, étant fortement *usés par le tir* et ne pouvant plus être utilisés tels quels, on essaya si, par un tubage, on pourrait de nouveau les rendre propres au service. Dans un de ces canons, on introduisit avec serrage un tube en bronze disposé pour le tir de projectiles à ceintures de cuivre. On remplaça, pour un certain nombre de projectiles, la chemise de plomb par des ceintures de cuivre, et l'on fit au mois

(¹) Voir *Revue d'artillerie*, décembre 1883, t. XXIII, p. 270.

Digitized by Google

de juillet un tir d'essai. Au début, le tube se comporta d'une manière satisfaisante; mais peu à peu il sortit légèrement de la bouche de la pièce et se sépara intérieurement du corps du canon. On vissa alors sur la bouche du canon un bourrelet en bronze, et l'on exécuta un nouveau tir en octobre; aucune dégradation ne fut constatée. Au mois de décembre, les essais furent continués; malgré la présence du bourrelet, la poussée du tube vers l'avant se produisit de nouveau, et le canon lui-même subit un allongement. On renonça à mettre en service les canons de 15c courts, en bronze, tubés.

Mitrailleuse Gatling.

Une mitrailleuse Gatling, composée de dix canons de fusil Gras, a été expérimentée avec succès.

Le mécanisme fonctionna parfaitement. La vitesse du tir fut portée jusqu'à 1 200 coups par minute. La justesse fut considérable pour le tir à distance connue, mais faible dans le tir à distance inconnue, lorsque cette distance était grande; la justesse fut également faible dans le tir contre un but mobile.

En présence de ces résultats, la Commission proposa l'adoption d'une mitrailleuse à six canons, construite d'après les mêmes principes.

Poudre binaire, composition d'éclatement.

Afin d'éviter les éclatements de projectiles dans l'âme, on a étudié l'emploi, pour la *charge intérieure,* d'une poudre moins susceptible que la poudre ordinaire de s'enflammer par le frottement contre les parois du projectile.

Dans ce but, on a tiré comparativement des obus de 12c renfermant, les uns de la poudre n° 5, d'autres une poudre binaire (formée de salpêtre et de charbon), d'autres enfin une composition d'éclatement présentée par l'*Administration fédérale des poudres.*

Digitized by Google

Deux types de poudre binaire ont été expérimentés : l'un contenait 87 parties de salpêtre pour 13 de charbon, l'autre 80 parties de salpêtre pour 20 de charbon. Ces deux poudres binaires et la composition d'éclatement ont fourni un nombre d'éclats bien plus faible que la poudre n° 5.

On mesura la *vitesse initiale* et la *pression des gaz* produites dans un tir où la charge était formée par de la poudre binaire. La vitesse initiale a été trouvée bien inférieure aux vitesses obtenues avec la poudre ordinaire ; mais la pression des gaz était aussi beaucoup plus faible que les pressions habituelles.

Digitized by Google

THÉORIE

DE

L'ÉQUILIBRE ÉLASTIQUE

DES

SURFACES CONIQUES

[*Suite* (¹).]

Équilibre élastique d'une enveloppe conique à génératrices non parallèles.

14. — Considérons une enveloppe conique à génératrices non parallèles (fig. 2), à l'intérieur de laquelle agit une pression P par unité de surface, et à l'extérieur une pression P'. Les angles d'inclinaison sont α pour la géné-

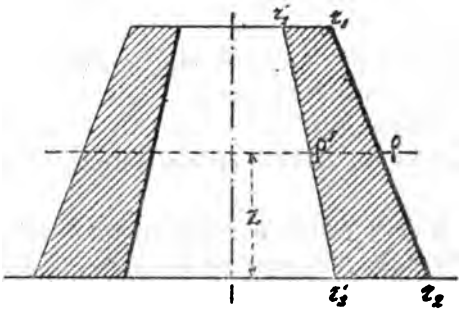


Fig 2.

ratrice intérieure, β pour la génératrice extérieure. Les rayons des grandes bases sont r_2 et r'_2, ceux des petites bases r_1 et r'_1. Désignons par z, ρ et ρ' la hauteur et les rayons d'une section quelconque.

Les équations d'équilibre et les équations aux différen-

(¹) Voir *Revue d'artillerie*, mai 1885, t. XXVI, p. 147.

Digitized by Google

tielles secondes sont les mêmes que dans le cas précédent, et l'intégration conduit aux deux relations :

$$U = Arz + Br + \frac{C}{r},$$
$$W = A'z + B'r^2,$$

avec la condition

$$B' = -\frac{A(\lambda + \mu)}{2\mu}.$$

La dilatation cubique et les forces élastiques sont alors données par les formules suivantes :

$$\theta = 2Az + 2B + A'. \quad (66)$$
$$R_1 = \lambda(2Az + 2B + A') + 2\mu\left(Az + B - \frac{C}{r^2}\right). \quad (67)$$
$$\Phi_2 = \lambda(2Az + 2B + A') + 2\mu\left(Az + B + \frac{C}{r^2}\right). \quad (68)$$
$$Z_3 = \lambda(2Az + 2B + A') + 2\mu A'. \quad (69)$$
$$R_3 = Z_1 = \mu r(A + 2B') = A\lambda r. \quad (70)$$

Ces formules nous conduisent aux conséquences suivantes :

1° *La force élastique radiale et la tension circulaire sont fonctions du rayon et de la hauteur.*

2° *Elles sont inégales.*

3° *La tension longitudinale est constante dans une même section.*

4° *Elle est indépendante de* r *et seulement fonction de* z.

5° *La force de glissement est indépendante de* z, *et n'est fonction que du rayon.*

Détermination des constantes A, B, C, A', B'.

15. — Les équations à la surface sont les mêmes que dans le cas précédent, et par conséquent de la forme :

$$R = R_1 \sin i \cos\varphi + R_3 \cos i,$$
$$\Phi = \Phi_2 \sin i \sin\varphi,$$
$$Z = Z_1 \sin i \cos\varphi + Z_3 \cos i.$$

Digitized by Google

Comme les forces élastiques sont indépendantes de φ, on peut supposer $\varphi = 0$, et il reste :

$$R = R_1 \sin i + R_3 \cos i,$$
$$Z = Z_1 \sin i + Z_3 \cos i.$$

Si nous appliquons ces formules à la paroi intérieure, pour laquelle nous avons $R = -P \sin\alpha$, $Z = -P\cos\alpha$ et $i = \alpha$, il vient :

$$-P \sin\alpha = R_1 \sin\alpha + R_3 \cos\alpha,$$
$$-P \cos\alpha = Z_1 \sin\alpha + Z_3 \cos\alpha.$$

On tire de ces équations :

$$R_1 = -R_3 \operatorname{cotg}\alpha - P,$$
$$Z_3 = -Z_1 \operatorname{tg}\alpha - P.$$

La paroi extérieure nous donne de même :

$$R_1 = -R_3 \operatorname{cotg}\beta - P',$$
$$Z_3 = -Z_1 \operatorname{tg}\beta - P'.$$

Remplaçons dans les équations précédentes R_1, R_3, Z_1, Z_3 par leurs valeurs, nous obtenons les quatre équations de condition :

$$2(\lambda+\mu)Az + 2(\lambda+\mu)B + \lambda A' - \frac{2\mu C}{\rho'^2} = A\lambda\rho' \operatorname{cotg}\alpha - P. \quad (71)$$

$$2\lambda Az + 2\lambda B + (\lambda + 2\mu)A' = A\lambda\rho' \operatorname{tg}\alpha - P. \quad (72)$$

$$2(\lambda+\mu)Az + 2(\lambda+\mu)B + \lambda A' - \frac{2\mu C}{\rho^2} = A\lambda\rho \operatorname{cotg}\beta - P'. \quad (73)$$

$$2\lambda Az + 2\lambda B + (\lambda + 2\mu)A' = A\lambda\rho \operatorname{tg}\beta - P'. \quad (74)$$

Considérons maintenant la section inférieure de l'enveloppe, et supposons-la formée par un fond de forme telle que la section reste plane après la déformation. Il existe donc dans cette section une force élastique F, telle qu'on a :

$$F = \frac{Pr'^2_2 - P'r_2^2}{r_2^2 - r'^2_2}.$$

Dans une section quelconque située à une hauteur z, et qui reste plane, existe une autre force élastique f, telle qu'on a :

$$\pi f(\rho^2 - \rho'^2) = \pi F(r_2^2 - r'^2_2) = \pi(Pr'^2_2 - P'r_2^2).$$

Digitized by Google

On tire de cette équation :

$$F = \frac{Pr'^2_2 - P'r_2^2}{\rho^2 - \rho'^2}.$$

Or cette force f est évidemment égale à Z_3, on a donc :

$$Z_3 = \frac{Pr'^2_2 - P'r_2^2}{\rho^2 - \rho'^2},$$

ou, en remplaçant Z_3 par sa valeur (69),

$$2A\lambda z + 2B\lambda + A'(\lambda + 2\mu) = \frac{Pr'^2_2 - P'r_2^2}{\rho^2 - \rho'^2}. \qquad (75)$$

Les valeurs de ρ et de ρ' peuvent s'exprimer en fonction de z et des angles d'inclinaison ; il reste donc, en résumé, cinq équations pour déterminer A, B, C, A′ et z. L'examen même des quatre premières équations montre que, l'élimination de z entre (72) et (74) étant faite, si l'on substitue les valeurs de A et de B, par exemple, exprimées en fonction de A′ dans les équations (71) et (73), ainsi que la valeur de z, on sera forcément conduit à deux équations du troisième degré.

Il est donc plus simple de tirer des quatre premières équations les valeurs de A, B, A′ et C en y considérant ρ, ρ' et z comme constants, et de substituer dans l'équation (75), laquelle ne contiendra plus que z, ρ et ρ'. Exprimant alors ρ et ρ' en fonction de z, nous aurons une équation complète en z.

Retranchons l'équation (72) de l'équation (74), il vient :

$$A = \frac{P - P'}{\lambda(\rho' \operatorname{tg}\alpha - \rho \operatorname{tg}\beta)}. \qquad (76)$$

Retranchons (71) de (73) et remplaçons A par sa valeur, il vient :

$$C = \frac{(P - P')[\rho(\operatorname{cotg}\beta - \operatorname{tg}\beta) - \rho'(\operatorname{cotg}\alpha - \operatorname{tg}\alpha)]\rho^2\rho'^2}{2\mu(\rho^2 - \rho'^2)(\rho' \operatorname{tg}\alpha - \rho \operatorname{tg}\beta)}. \qquad (77)$$

Digitized by Google

Multiplions l'équation (71) par λ et l'équation (72) par $(\lambda + \mu)$ et retranchons ; il vient, après avoir remplacé A et C par leur valeur :

$$A' = \frac{1}{\mu(3\lambda + 2\mu)(\rho' \operatorname{tg}\alpha - \rho \operatorname{tg}\beta)(\rho^2 - \rho'^2)}$$
$$\Big\{P\big[\rho^3[(\lambda+\mu)\operatorname{tg}\beta - \lambda \operatorname{cotg}\beta] + \rho'^3\lambda(\operatorname{cotg}\alpha - \operatorname{tg}\alpha) - \mu\rho\rho'^2\operatorname{tg}\beta\big]$$
$$+ P'\big[\rho'^3[(\lambda+\mu)\operatorname{tg}\alpha - \lambda\operatorname{cotg}\alpha] + \rho^3\lambda(\operatorname{cotg}\beta - \operatorname{tg}\beta) - \mu\rho'\rho^2\operatorname{tg}\alpha\big]\Big\}. \quad (78)$$

Connaissant A et A', reportons-les dans l'équation (72) et tirons la valeur de B, il vient :

$$B = \frac{1}{2\lambda\mu(3\lambda + 2\mu)(\rho' \operatorname{tg}\alpha - \rho\operatorname{tg}\beta)(\rho^2 - \rho'^2)}$$
$$\Big\{P\big[\lambda\rho^3[(\lambda+2\mu)\operatorname{cotg}\beta - \operatorname{tg}\beta] + \lambda\rho'^3(\lambda+2\mu)(\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{cotg}\alpha) - 2\rho\rho'^2\lambda\mu\operatorname{tg}\beta\big]$$
$$+ P'\big[\lambda\rho'^3[\lambda\operatorname{tg}\alpha - (\lambda+2\mu)\operatorname{cotg}\alpha] - \lambda\rho^3(\lambda+2\mu)(\operatorname{tg}\beta - \operatorname{cotg}\beta) + 2\rho'\rho^2\lambda\mu\operatorname{tg}\beta)\big]$$
$$- 2\mu(3\lambda + 2\mu)(\rho^2 - \rho'^2)(P - P')z\Big\}. \quad (79)$$

Remplaçons dans l'équation (75), et mettons à la place de ρ et ρ' la valeur de ces deux variables en fonction de z, il vient, après avoir chassé les dénominateurs et ordonné par rapport à z :

$$(P - P')(\operatorname{cotg}^2\beta - \operatorname{cotg}^2\alpha)z^3 + [P(2r'_2\operatorname{cotg}\alpha - 3r_2\operatorname{cotg}\beta + r_2\operatorname{tg}\beta\operatorname{cotg}^2\alpha)$$
$$+ P'(2r_2\operatorname{cotg}\beta - 3r'_2\operatorname{cotg}\alpha + r'^2\operatorname{tg}\alpha\operatorname{cotg}^2\beta)]z^2$$
$$+ [P(3r_2^2 - r'^2_2) + P'(3r'^2_2 - r_2^2) - 2r_2r'_2(P\operatorname{tg}\beta\operatorname{cotg}\alpha + P'\operatorname{tg}\alpha\operatorname{cotg}\beta)]z$$
$$+ (P - P')(r'^3_2\operatorname{tg}\alpha - r_2^3\operatorname{tg}\beta) = 0. \quad (80)$$

Équation complète en z et du troisième degré. La valeur de z tirée de cette équation et substituée dans les valeurs de A, B, A' et C donnera les valeurs définitives de ces constantes.

L'équation précédente est de la forme :

$$Mz^3 + Nz^2 + Pz + Q = 0,$$

et peut être ramenée à la forme :

$$z_1^3 + \left(\frac{P}{M} - \frac{N^2}{3M^2}\right)z_1 + \frac{2N^3}{27M^3} - \frac{PN}{3M^2} + \frac{Q}{M} = 0,$$

Digitized by Google

la nouvelle variable z_1 étant égale à $z + \frac{N}{3M}$. La discussion connue des équations du troisième degré fera connaître les conditions de réalité des racines. Les inégalités auxquelles conduiront ces conditions établiront aussi une ou plusieurs relations entre les rayons, les angles d'inclinaison et les pressions (¹).

(¹) Une autre méthode peut également être employée pour résoudre l'équation en z. Il est évident que la valeur de z doit être positive et plus petite que h, il suffit donc de chercher une solution de l'équation en z. Or l'équation (80) peut s'écrire :

$$z = -\frac{N}{M} - \frac{1}{M}\left(\frac{P}{z} + \frac{Q}{z^2}\right).$$

Posons :

$$-\frac{N}{M} = B, \qquad -\frac{1}{M} = C, \qquad \frac{P}{z} + \frac{Q}{z^2} = \varphi(z);$$

l'équation devient :

$$z = B + C\varphi(z),$$

et cette valeur de z peut être développée en série par la formule de Lagrange suivant les puissances de C. On sait, en effet, que toute expression de la forme $z = a + x\varphi(z)$ peut être développée par la formule :

$$f(z) = f(a) + x\varphi(a) f'(a) + \frac{x^2}{1.2}\frac{d[\varphi(a)^2 f'(a)]}{da} + \frac{x^3}{1.2.3}\frac{d^2[\varphi(a)^3 f'(a)]}{da^2} + \ldots.$$

Nous avons, dans le cas présent,

$$\varphi(z) = \frac{P}{z} + \frac{Q}{z^2},$$

et la formule de Lagrange donne immédiatement :

$$z = B + C\varphi(B) + \frac{C^2}{1.2}\frac{d\varphi(B)^2}{dB} + \frac{C^3}{1.2.3}\frac{d^2\varphi(B)^3}{dB^2} \frac{C^4}{1.2.3.4}\frac{d^3\varphi(B^4)}{dB^3} + \ldots.$$

En calculant les différents termes, on a :

$$\varphi(B) = PB^{-1} + QB^{-2},$$

$$\frac{d\varphi(B)^2}{dB} = -(2P^2B^{-3} + 2.2\,PQB^{-4} + 4Q^2B^{-5}),$$

$$\frac{d^2\varphi(B)^3}{dB^2} = +(3.4\,P^3B^{-5} + 3.4.5\,P^2QB^{-6} + 3.5.6\,PQ^2B^{-7} + 6.7.\,Q^3B^{-8}),$$

et ainsi de suite.

Il est, du reste, facile d'obtenir l'expression générale d'un terme de la série. En effet, l'équation $\varphi(B)$ peut s'écrire :

$$\varphi(B) = \frac{1}{B}\left(P + \frac{Q}{B}\right),$$

et, en posant $\frac{1}{B} = N$,

$$\varphi(B) = N(P + QN), \quad \text{d'où } \varphi(B)^m = N^m(P + QN)^m.$$

Si nous développons $(P + QN)^m$, l'expression d'un terme de rang $K + 1$, c'est-à-dire qui en a K avant lui, sera :

$$\frac{m(m-1)\ldots\ldots(m-K+2)(m-K+1)}{1.2.3\ldots.(K-1)K} P^K Q^{m-K} N^{m-K}.$$

Multipliant par N^m, et remplaçant N en fonction de B, il vient :

$$\frac{m(m-1)\ldots\ldots(m-K+2)(m-K+1)}{1.2.3\ldots.(K-1)K} P^K Q^{m-K} \frac{1}{B^{2m-K}}.$$

Si l'on prend la $(m-1)^e$ dérivée de ce terme, on trouve pour expression :

Digitized by Google

Examinons quelques cas particuliers.

Cas où la pression extérieure est nulle.

16. — L'hypothèse $P' = 0$ simplifie beaucoup la question et, dans ce cas particulier, les formules deviennent :

$$A = \frac{P}{\lambda(\rho' \operatorname{tg}\alpha - \rho \operatorname{tg}\beta)}. \tag{81}$$

$$C = \frac{P\rho^2 \rho'^2 [\rho(\operatorname{cotg}\beta - \operatorname{tg}\beta) - \rho'(\operatorname{cotg}\alpha - \operatorname{tg}\alpha)]}{2\mu(\rho^2 - \rho'^2)(\rho' \operatorname{tg}\alpha - \rho \operatorname{tg}\beta)}. \tag{82}$$

$$A' = \frac{P\left[\rho^3[(\lambda+\mu)\operatorname{tg}\beta - \lambda \operatorname{cotg}\beta] + \rho'^3\lambda(\operatorname{cotg}\alpha - \operatorname{tg}\alpha) - \rho'^2\rho\mu\operatorname{tg}\beta\right]}{\mu(3\lambda + 2\mu)(\rho' \operatorname{tg}\alpha - \rho \operatorname{tg}\beta)(\rho^2 - \rho'^2)}. \tag{83}$$

$$B = \frac{P}{\mu(3\lambda+2\mu)(\rho' \operatorname{tg}\alpha - \rho \operatorname{tg}\beta)(\rho_2 - \rho'^2)}\Big[[\lambda\rho^2(\lambda + 2\mu)\operatorname{cotg}\beta - \lambda \operatorname{tg}\beta]$$

$$+\lambda\rho'^3(\lambda+2\mu)(\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{cotg}\alpha) - 2\rho\rho'^2\lambda\mu \operatorname{tg}\beta - 2\mu(3\lambda+2\mu)(\rho^2 - \rho'^2)z\Big]. \tag{84}$$

Enfin l'équation en z devient :

$$(\operatorname{cotg}^2\beta - \operatorname{cotg}^2\alpha)z^3 + [2r'_2 \operatorname{cotg}\alpha - 3r_2 \operatorname{cotg}\beta + r_2 \operatorname{tg}\beta \operatorname{cotg}^2\alpha]z^2$$
$$+[(3r_2^2 - r'^2_2) - 2r_2 r'_2 \operatorname{tg}\beta \operatorname{cotg}\alpha]z + (r'^3_2 \operatorname{tg}\alpha - r_2^3 \operatorname{tg}\beta) = 0. \tag{85}$$

$$\frac{m(m-1)(m-2)\ldots\ldots(m-K+2)(m-K+1)}{1.2.3\ldots(K-1)K}\,\frac{P^K Q^{m-K}}{B^{3m-K-1}}$$
$$(2m-K)(2m-K+1)\ldots\ldots(3m-K-3)(3m-K-2);$$

et, en multipliant par $\frac{C^m}{1.2.3\ldots m}$, il vient pour expression générale d'un terme de rang $K+1$:

$$\pm\frac{C^m}{1.2.3\ldots m}\,\frac{m(m-1)(m-2)\ldots(m-K+2)(m-K+1)}{1.2.3\ldots(K-1)K}\,\frac{P^K Q^{m-K}}{B^{3m-K-1}}$$
$$(2m-K)(2m-K+1)\ldots\ldots(3m-K-3)(3m-K-2).$$

La série est convergente. En effet, en supposant tous les termes positifs, le terme de rang K a pour expression :

$$\frac{C^m}{1.2.3\ldots m}\,\frac{m(m-1)(m-2)\ldots\ldots(m-K+1)(m-K)}{1.2.3\ldots K(K+1)}\,\frac{P^{K+1}Q^{m-K-1}}{B^{3m-K-2}}$$
$$(2m-K-1)(2m-K)\ldots(3m-K-4)(3m-K-3),$$

et, en prenant le rapport des deux termes, on trouve :

$$\frac{Q(K+1)(3m-K-2)}{PB(m-K)(2m-K-1)}.$$

Cette fraction tend vers 0, et devient nulle pour $m = \infty$; donc la série est convergente.

La valeur de z peut donc être obtenue avec telle approximation que l'on voudra, et nous pouvons considérer le problème comme résolu.

Digitized by Google

Cas où les surfaces sont parallèles.

17. — Dans le cas où les surfaces sont parallèles, $\alpha = \beta$ et les valeurs des constantes deviennent :

$$A = \frac{P - P'}{\lambda \operatorname{tg} \alpha (\rho' - \rho)}. \tag{86}$$

$$C = -\frac{(P - P')(\operatorname{cotg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha)\rho^2 \rho'^2}{2\mu \operatorname{tg} \alpha (\rho^2 - \rho'^2)}. \tag{87}$$

$$\begin{aligned} A' = \frac{1}{\mu(3\lambda + 2\mu)(\rho' - \rho)(\rho^2 - \rho'^2)\operatorname{tg}\alpha} \Big\{ & -\rho\rho'\mu \operatorname{tg}\alpha (P'\rho + P\rho') \\ & + \rho^3 \left[P[(\lambda + \mu)\operatorname{tg}\alpha - \lambda \operatorname{cotg}\alpha] + P'\lambda(\operatorname{cotg}\alpha - \operatorname{tg}\alpha)\right] \\ & + \rho'^3 \left[P'[(\lambda + \mu)\operatorname{tg}\alpha - \lambda \operatorname{cotg}\alpha] + P\lambda(\operatorname{cotg}\alpha - \operatorname{tg}\alpha)\right] \Big\}. \end{aligned} \tag{88}$$

$$\begin{aligned} B = & \frac{1}{2\lambda\mu(3\lambda + 2\mu)(\rho' - \rho)(\rho^2 - \rho'^2)\operatorname{tg}\alpha} \\ & \Big\{ P\left[\lambda\rho^3[(\lambda + 2\mu)\operatorname{cotg}\alpha - \lambda \operatorname{tg}\alpha] + \lambda\rho'^3(\lambda + 2\mu)(\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{cotg}\alpha) - 2\rho\rho'^2\lambda\mu\operatorname{tg}\alpha\right] \\ & + P'\left[\lambda\rho'^3[\lambda \operatorname{tg}\alpha - (\lambda + 2\mu)\operatorname{cotg}\alpha] - \lambda\rho^3(\lambda + 2\mu)(\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{cotg}\alpha) + 2\rho'\rho^2\lambda\mu\operatorname{tg}\alpha\right] \\ & - 2\mu(3\lambda + 2\mu)(\rho^2 - \rho'^2)(P - P')z \Big\}. \end{aligned} \tag{89}$$

L'équation en z se réduit à une équation du second degré, et l'on a, pour déterminer z, la formule :

$$\begin{aligned} 2\operatorname{cotg}\alpha(P - P')(r_2 - r'_2)z^2 - & [P(3r_2^2 - r'^2_2 - 2r_2r'_2) + P'(3r'^2_2 - r_2^2 - 2r_2r'^2)]z \\ & - (P - P')(r_2^3 - r'^3_2)\operatorname{tg}\alpha = 0. \end{aligned} \tag{90}$$

Comme cas particulier des enveloppes parallèles, nous pouvons supposer $P' = 0$; les formules précédentes deviennent alors :

$$A = \frac{P}{\lambda \operatorname{tg} \alpha (\rho' - \rho)}. \tag{91}$$

$$C = \frac{P\rho^2\rho'^2(\operatorname{cotg}\alpha - \operatorname{tg}\alpha)}{2\mu \operatorname{tg}\alpha(\rho^2 - \rho'^2)}. \tag{92}$$

$$A' = \frac{P\left[\rho^3[(\lambda + 2\mu)\operatorname{tg}\alpha - \lambda \operatorname{cotg}\alpha] + \rho'^3\lambda(\operatorname{cotg}\alpha - \operatorname{tg}\alpha) - \rho\rho'^2\mu\operatorname{tg}\alpha\right]}{\mu(3\lambda + 2\mu)(\rho' - \rho)(\rho^2 - \rho'^2)\operatorname{tg}\alpha}. \tag{93}$$

$$\begin{aligned} B = & \frac{P}{2\lambda\mu(3\lambda + 2\mu)(\rho' - \rho)(\rho^2 - \rho'^2)\operatorname{tg}\alpha} \\ & \Big[\lambda\rho^3[(\lambda + 2\mu)\operatorname{cotg}\alpha - \lambda \operatorname{tg}\alpha] + \lambda\rho'^3(\lambda + 2\mu)(\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{cotg}\alpha) \\ & - 2\rho\rho'^2\lambda\mu\operatorname{tg}\alpha - 2\mu(3\lambda + 2\mu)(\rho^2 - \rho'^2)z\Big]. \end{aligned} \tag{94}$$

Digitized by Google

et l'équation en z devient :

$$2\cot g\alpha(r_2-r'_2)z^3-(3r_2^2-r'^2_2-2r_2r'_2)z-P(r_2^3-r'^3_2)\operatorname{tg}\alpha=0. \quad (95)$$

Enfin il y aurait encore à examiner le cas particulier d'une enveloppe à génératrices non parallèles, mais telles que ces dernières passent par un même point. Dans cette hypothèse, on a évidemment :

$$r'_2 \operatorname{tg}\alpha = r_2 \operatorname{tg}\beta; \quad (96)$$

il suffirait d'introduire cette relation dans les formules générales données plus haut.

Équations des génératrices de l'enveloppe après la déformation.

18. — Cherchons maintenant l'équation des génératrices de l'enveloppe après la déformation. Les constantes A, B, A', C étant connues, la valeur de U devient alors, en remplaçant le rayon ρ par sa valeur en fonction de z :

$$U = Az(r_2 - z\cot g\,\beta) + B(r_2 - z\cot g\,\beta) + \frac{C}{r_2 - z\cot g\,\beta};$$

ou bien, en réduisant au même dénominateur et en ordonnant par rapport à z :

$$U = \frac{1}{r_2 - z\cot g\,\beta}\Big[Az^3\cot g^2\beta + z^2\cot g\,\beta\,(B\cot g\,\beta - 2Ar_2) + zr_2(Ar_2 - 2B\cot g\,\beta) + Br_2^2 + C\Big]. \quad (97)$$

Cette valeur de U exprime la variation du rayon extérieur pour chaque valeur de z. Nous aurions une formule analogue pour la variation du rayon intérieur en remplaçant β par α et r_2 par r'_2.

Soit $\mathcal{R}$ le rayon dans une section z après la déformation, nous avons évidemment :

$$\mathcal{R} = U + \rho = U + r_2 - z\cot g\,\beta,$$

ou bien, en remplaçant U par sa valeur et en ordonnant par rapport à z :

$$\mathcal{R} = \frac{1}{r^2 - z\cot g\,\beta}\Big[Az^3\cot g^2\beta + z^2\cot g\beta\,[\cot g\,\beta(1+B) - 2Ar_2] + zr_2[Ar_2 - 2(1+B)\cot g\,\beta] + r_2^2(1+B) + C\Big]. \quad (98)$$

Digitized by Google

Cette équation représente une courbe du troisième ordre; elle donne les valeurs des nouveaux rayons des bases lorsqu'on y fait successivement $z = 0$ et $z = h$. Nous sommes donc conduits à l'énoncé du théorème suivant :

Théorème. — *Dans la déformation élastique d'une enveloppe sous l'action simultanée d'une pression intérieure et d'une pression extérieure, les génératrices des surfaces intérieure et extérieure, primitivement rectilignes, se transforment en courbes du troisième ordre et les parois se renflent.*

La conséquence du théorème précédent est la suivante :

Il existe une section pour laquelle la déformation doit être maximum, et cette section peut être comprise dans les limites de l'enveloppe.

En reprenant la valeur de U, et en égalant à zéro sa dérivée par rapport à z, nous avons pour déterminer z l'équation :

$$2Az^3 \cot g^3\beta - z^2 \cot g^2\beta(Ar_2 - B \cot g\,\beta) - 2r_2 z \cot g\,\beta(B \cot g\,\beta - 2Ar_2)$$
$$- r_2^2 (Ar_2 - B \cot g\,\beta) - C \cot g\,\beta = 0. \qquad (99)$$

La valeur de z tirée de cette équation devra être positive et plus petite que h, pour que le maximum ait lieu dans les limites de l'enveloppe. Une équation identique en z dans laquelle on remplacerait β par α et r_2 par r'_2 donnerait le maximum de $\mathcal{R}$ pour la paroi intérieure.

En résumé, *que le maximum de U ait lieu dans les limites de l'enveloppe ou en dehors, la génératrice déformée n'étant pas rectiligne, il y a renflement de l'enveloppe, et celle-ci affecte la forme ci-contre* (fig. 3). Nous verrons plus loin quelles conséquences nous tirerons de ce résultat.

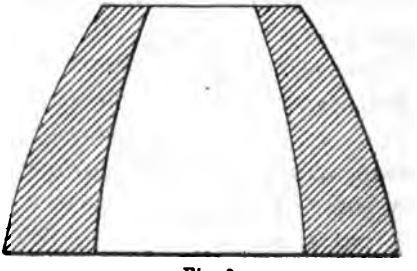


Fig. 3.

Digitized by Google

Équilibre élastique d'une enveloppe cylindro-conique.

19. — Le cas particulier de l'enveloppe cylindro-conique, que nous allons étudier maintenant, a une importance capitale au point de vue de l'artillerie.

Si nous supposons, dans les équations générales des forces élastiques et dans les formules des constantes de l'enveloppe, $\alpha = 90°$, nous avons une enveloppe composée d'un cylindre intérieur et d'un tronc de cône extérieur. C'est ce solide que nous appellerons une enveloppe cylindro-conique.

Désignons toujours par P la pression intérieure et par P′ la pression extérieure. Il semble au premier abord qu'il suffise, pour obtenir les formules de la déformation, de faire $\alpha = 90°$; mais, comme il est facile de le reconnaître, il est nécessaire de reprendre la question de plus haut, et de remonter aux équations primitives de l'équilibre à la surface. Si dans les équations (70) et (71) nous faisons $\alpha = 90°$, nous avons, pour $r = r'_1$:

$$2(\lambda + \mu) Az + 2(\lambda + \mu) B + \lambda A' - \frac{2\mu C}{r'^2_1} = -P.$$

$$A\lambda r'_1 = 0.$$

La dernière équation nous montre qu'à la paroi intérieure la force de glissement est nulle. Or, $\lambda r'_1$ n'étant pas nul, il faut absolument que A soit une fonction de r s'annulant pour $r = r'_1$.

La constante A ne doit plus être une constante dans l'acception du mot. En effet, les intégrales U et W, que nous avons trouvées précédemment, ne sont que des intégrales particulières, et dans les intégrales générales, A, B, C, A′, B′ sont des fonctions arbitraires de r et de z. Si nous considérons les équations aux dérivées partielles et les fonctions U et W particulières que nous avons données précédemment, les premières sont toujours vérifiées par les valeurs de U et de W, indépendamment de toute

Digitized by Google

valeur de C. Nous pouvons donc écrire que C est une fonction de z, telle que la valeur :

$$Z_1 = R_3 = \mu\left(\frac{dU}{dz} + \frac{dW}{dr}\right)$$

s'annule pour $r = r'_1$.

Posons donc : $C = \varphi(z)$. Les équations des déplacements sont alors :

$$U = Arz + Br + \frac{\varphi(z)}{r},$$

$$W = A'z + B'r^2.$$

La première équation aux dérivées partielles conduit à l'équation :

$$-\mu\frac{\varphi''(z)}{r} = 0.$$

La seconde conduit à l'équation déjà donnée :

$$B' = -\frac{A(\lambda+\mu)}{2\mu}.$$

L'équation $-\mu\frac{\varphi''(z)}{r} = 0$ nous indique déjà que la fonction $\varphi(z)$ est du premier degré en z. Déterminons-la par la condition que, pour $r = r'_1$, nous ayons $Z_1 = R_3 = 0$. Nous aurons alors l'équation :

$$0 = \mu\left(Ar'_1 + \frac{\varphi'(z)}{r'_1} + 2B'r'_1\right),$$

ou

$$0 = \frac{\mu}{r'_1}(Ar'^2_1 + \varphi'(z) + 2B'r'^2_1).$$

Remplaçons B' par sa valeur en fonction de A, il vient après réductions :

$$0 = \mu\varphi'(z) - A\lambda r'^2_1,$$

d'où :

$$\varphi'(z) = \frac{A\lambda r'^2_1}{\mu},$$

et en intégrant :

$$\varphi(z) = \frac{A\lambda r'^2_1 z}{\mu}.$$

Digitized by Google

Les équations des déplacements deviennent :

$$U = Arz + Br + \frac{A\lambda r'^2_1 z}{\mu r}. \tag{100}$$

$$W = A'z + B'r^2. \tag{101}$$

Les valeurs des forces élastiques et de la dilatation cubique deviennent alors :

$$\theta = 2Az + 2B + A'. \tag{102}$$

$$R_1 = \lambda(2Az + 2B + A') + 2\mu\left(Az + B - \frac{A\lambda r'^2_1 z}{\mu r^2}\right). \tag{103}$$

$$\Phi_2 = \lambda(2Az + 2B + A') + 2\mu\left(Az + B + \frac{A\lambda r'^2_1 z}{\mu r^2}\right). \tag{104}$$

$$Z_3 = \lambda(2Az + 2B + A') + 2\mu A'. \tag{105}$$

$$Z_1 = R_3 = \frac{A\lambda(r'^2_1 - r^2)}{r}. \tag{106}$$

L'équation (106) donne bien $Z_1 = R_3 = 0$ pour $r = r'_1$.

Détermination des constantes A, B, A'.

20. — Les équations précédentes ne contiennent que trois constantes A, B, A'. Pour les déterminer, revenons aux équations de l'équilibre à la surface. Nous aurons, pour l'équilibre à la paroi intérieure et à la paroi extérieure :

$$2A\mu z + 2B(\lambda + \mu) + A'\lambda = -P. \tag{107}$$

$$2(\lambda + \mu)Az + 2(\lambda + \mu)B + \lambda A' - \frac{2\lambda r'^2_1 z}{\rho^2}A \tag{108}$$
$$= \frac{A\lambda(\rho^2 - r'^2_1)}{\rho}\cot g\,\beta - P.$$

$$2\lambda Az + 2\lambda B + (\lambda + 2\mu)A' = \frac{A\lambda(\rho^2 - r'^2_1)}{\rho}\operatorname{tg}\beta - P'. \tag{109}$$

Ces équations renferment comme inconnues A, B, A', R', z, et nous avons entre ρ et z la relation connue :

$$\rho = r_2 - z\cot g\,\beta.$$

L'équilibre dans une section perpendiculaire à l'axe

Digitized by Google

nous donnera une équation analogue à l'équation (75), c'est-à-dire :

$$2A\lambda z + 2\lambda B + (\lambda + 2\mu) A' = \frac{Pr'^2_1 - P'r^2}{\rho^2 - r'^2_1}. \qquad (110)$$

Nous avons donc cinq équations pour déterminer les cinq quantités A, B, A', R', z. Nous procéderons comme pour le cas de l'enveloppe conique. Nous tirerons les valeurs de A, B, A' des trois premières, et l'équation (110) sera l'équation de condition en z, après avoir exprimé ρ en fonction de cette quantité. Représentons pour un instant par M et par N les quantités $\frac{r'^2_1}{\rho^2}$ et $\frac{\rho^2 - r'^2_1}{\rho}$, les équations deviennent :

$$2A\mu z + 2B(\lambda + \mu) + A'\lambda = -P,$$
$$2(\lambda + \mu) Az + 2B(\lambda + \mu) + A'\lambda - 2\lambda AMz = \lambda AN \operatorname{cotg} \beta - P',$$
$$2A\lambda z + 2B\lambda + A'(\lambda + 2\mu) = \lambda AN \operatorname{tg} \beta - P'.$$

Multiplions la première par λ, la dernière par $\lambda + \mu$, et retranchons, il vient :

$$2\lambda^2 Az - \lambda(\lambda + \mu) AN \operatorname{tg} \beta = \lambda P - (\lambda + \mu) P' - \mu(3\lambda + 2\mu) A'.$$

Multiplions de même la seconde par λ, et la dernière par $\lambda + \mu$, il vient en retranchant :

$$\mu(3\lambda + 2\mu) A' + 2\lambda^2 MAz = \lambda[(\lambda + \mu)\operatorname{tg}\beta - \lambda \operatorname{cotg}\beta] AN - P'\mu.$$

Éliminons le terme $\mu(3\lambda + 2\mu) A'$ entre cette équation et la précédente, et tirons la valeur de A après avoir remplacé M et N par leur valeur, nous avons :

$$A = \frac{(P - P')\rho^2}{\lambda(\rho^2 - r'^2_1)(2z - \rho \operatorname{cotg} \beta)}. \qquad (111)$$

Remplaçons, dans l'une des équations précédentes, A par cette valeur et tirons A', il vient :

$$A' = \frac{1}{\mu(3\lambda + 2\mu)[2z(\rho^2 - r'^2_1) - \rho(\rho^2 - r'^2_1)\operatorname{cotg}\beta}$$
$$\Big\{ P\left[\rho(\rho^2 - r'^2_1)[(\lambda + \mu)\operatorname{tg}\beta - \lambda \operatorname{cotg}\beta] - 2\lambda r'^2_1 z\right]$$
$$-P'\left[\rho(\rho^2 - r'^2_1)(\lambda + \mu)(\operatorname{tg}\beta - \operatorname{cotg}\beta) + 2\mu\rho^2 z - 2(\lambda + \mu) r'^2_1 z\right]\Big\}. \qquad (112)$$

Digitized by Google

Connaissant A et A′, il suffit de reporter leur valeur dans la première équation pour obtenir la valeur de B :

$$B = \frac{1}{2\lambda\mu(\lambda+\mu)(3\lambda+2\mu)(\rho^2-r'^2_1)(2z-\rho\cot g\beta)}$$
$$\Big\{P'\left[\lambda^2\rho(\rho^2-r'^2_1)(\lambda+\mu)(\operatorname{tg}\beta-\cot g\beta)+2\mu(\lambda+\mu)(\lambda+2\mu)\rho^2 z-2\lambda^2(\lambda+\mu)r'^2_1 z\right]$$
$$-P\left[\lambda(\rho^2-r'^2_1)[\lambda(\lambda+\mu)\rho\operatorname{tg}\beta-(\lambda+\mu)(\lambda+2\mu)\rho\cot g\beta+2\mu z(3\lambda+2\mu)]\right.$$
$$\left.-2\lambda^2 r'^2_1 z+2\mu^2(3\lambda+2\mu)\rho^2 z\right]\Big\}. \qquad (113)$$

Ces valeurs des constantes sont moins symétriques que celles données par l'enveloppe conique, ce qui s'explique facilement puisque le solide considéré est composé de deux surfaces latérales de nature différente.

Ces valeurs de A, A′, B doivent satisfaire à l'équation (110) laquelle devient l'équation de condition en z. Remplaçant ρ par sa valeur $r_2 - z\cot g\beta$, nous sommes conduits à une équation du troisième degré complète en z, analogue à celle que nous avons trouvée pour l'enveloppe conique. Cette équation résolue par rapport à z donnera les valeurs qu'il faut substituer dans les constantes.

Cas où la pression extérieure est nulle.

21. — Si $P' = 0$, les formules précédentes se simplifient et deviennent :

$$A = \frac{P\rho^2}{\lambda(\rho_2 - r'^2_1)(2z-\rho\cot g\beta)}, \qquad (114)$$

$$A' = \frac{P\left[\rho(\rho^2-r'^2_1)[\lambda(\lambda+\mu)\operatorname{tg}\beta-\lambda\cot g\beta]-2\lambda r'^2_1 z\right]}{\mu(3\lambda+2\mu)(\rho^2-r'^2_1)(2z-\rho\cot g\beta)}, \qquad (115)$$

$$B = -\frac{P}{2\lambda\mu(\lambda+\mu)(3\lambda+2\mu)(\rho^2-r'^2_1)(2z-\rho\cot g\beta)}$$
$$\left[\lambda(\rho^2-r'^2_1)[\lambda(\lambda+\mu)\rho\operatorname{tg}\beta-(\lambda+\mu)(\lambda+2\mu)\rho\cot g\beta+2\mu z(3\lambda+2\mu)]\right.$$
$$\left.-2\lambda^2 r'^2_1 z+2\mu^2(3\lambda+2\mu)\rho^2 z\right]. \qquad (116)$$

Équations des génératrices de l'enveloppe après la déformation.

22. — Si nous prenons la valeur du déplacement U, et que nous fassions $r = r'_1$, nous avons le déplacement, ou la

Digitized by Google

déformation de la génératrice intérieure de l'enveloppe, c'est-à-dire dans le cas présent :

$$U = \frac{Ar'_1(\lambda+\mu)z + Br'_1\mu}{\mu}, \qquad (117)$$

équation qui représente une ligne droite. Soit $\mathcal{R}$ le rayon après la déformation, nous avons évidemment :

$$\mathcal{R} = U + r'_1 = \frac{Ar'_1(\lambda+\mu)z + Br'_1\mu + \mu r'_1}{\mu}$$

$$= \frac{Ar'_1(\lambda+\mu)z + \mu r'_1(1+B)}{\mu}. \qquad (118)$$

Cette valeur de $\mathcal{R}$ prouve qu'après la déformation, la génératrice intérieure du cylindre parallèle à l'axe se transforme en une droite inclinée sur cet axe. Or, la constante A est positive, en supposant $P > 1$ et comme $\mathcal{R}$ croît avec z, il en résulte que le cylindre s'ouvre vers la petite base du tronc de cône.

En considérant la génératrice extérieure, nous aurons une équation en $\mathcal{R}$ analogue à celle que nous avons obtenue dans le cas de l'enveloppe conique.

Ces résultats nous conduisent au théorème suivant :

Théorème. — *Dans toute enveloppe cylindro-conique soumise à une pression intérieure et à une contre-pression extérieure, le cône extérieur se déforme suivant une parabole du 3e ordre, et le cylindre intérieur suivant un tronc de cône ayant sa grande base à la petite base du cône si la pression intérieure est plus grande que la contre-pression. Dans le cas où la contre-pression est plus grande que la pression, c'est l'inverse qui a lieu, c'est-à-dire que la grande base du cône de déformation correspond à la grande base du tronc.*

Dans le cas où la pression extérieure est nulle, les deux premières parties du théorème subsistent seules.

On pourrait croire *à priori* qu'en donnant à la génératrice primitive du cylindre intérieur une inclinaison en sens contraire de celle qu'elle prend après la déformation,

Digitized by Google

on arriverait à une déformation cylindrique. Il n'en est point ainsi, car, si la génératrice primitive est inclinée par rapport à l'axe, l'enveloppe devient une enveloppe conique, dont les génératrices se déforment, ainsi que nous l'avons vu, suivant des paraboles.

Il est du reste facile de démontrer que, quelle que soit la courbe primitive de l'arête intérieure, il est impossible d'obtenir après la déformation une arête rectiligne parallèle à l'axe. En effet, soit $\mathcal{R}$ le rayon après la déformation, rayon qui doit être constant, il est égal à $U + r'_1$. Soit $r = \psi(z)$ l'équation de l'arête non déformée. On devra avoir :

$$\mathcal{R} = \psi(z) + Az\psi(z) + B\psi(z) + \frac{AKz}{\psi(z)},$$

ou

$$\mathcal{R}\psi(z) = \psi(z)^2 + Az\psi(z)^2 + B\psi(z)^2 + AKz,$$

ou

$$\psi(z)^2[Az + B + 1] - \mathcal{R}\psi(z) + AKz = 0.$$

Or, quelle que soit la valeur de $\psi(z)$, il est évident que cette fonction ne rendra jamais identiquement nulle l'équation précédente, si ce n'est dans le cas particulier de $z = 0$, c'est-à-dire lorsque l'équation est indépendante de z, ce qui nous ramène au cas du cylindre.

Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

Théorème. — *Dans toute enveloppe conique, quelle que soit la forme de la génératrice intérieure, il est impossible, après la déformation, d'obtenir pour la paroi intérieure une déformation cylindrique.*

Résumé de la théorie des enveloppes coniques et cylindro-coniques.

23. — Pour donner les conclusions que l'on peut tirer des théories précédentes, nous dirons :

1° *Dans toutes les enveloppes coniques, il existe quatre forces élastiques de déformation :*

Digitized by Google

La force élastique radiale;

La tension circulaire;

La tension longitudinale;

La force élastique de glissement.

2° La *force élastique radiale* est une fonction du rayon et de la hauteur de la section;

La *tension circulaire* est une fonction du rayon et de la hauteur de la section;

La *tension longitudinale* est une fonction de la hauteur de la section;

La *force de glissement* est une fonction du rayon.

3° *Dans l'enveloppe conique, la force de glissement n'est jamais nulle dans aucune section;*

Dans l'enveloppe cylindro-conique, la force de glissement est nulle à la paroi interne du cylindre.

4° *Les génératrices intérieures et extérieures d'une enveloppe conique se déforment suivant des paraboles du 3e degré;*

La génératrice intérieure d'une enveloppe cylindro-conique se déforme suivant une ligne droite, et la génératrice extérieure suivant une parabole du 3e degré.

5° Quelle que soit la forme de la génératrice intérieure primitive d'une enveloppe, *la nouvelle génératrice, après la déformation, ne peut jamais être une droite parallèle à l'axe de l'enveloppe.*

De ce qui précède, il résulte des conséquences fort importantes au point de vue des applications.

Considérons une volée de canon, l'âme est cylindrique et l'extérieur de la volée conique. Au moment où le projectile qui se meut dans l'âme dépasse la partie cylindrique, les gaz de la poudre agissent dans une enveloppe cylindro-conique. Les génératrices de l'âme primitivement parallèles à l'axe s'inclinent sur cet axe; et comme la pression extérieure est négligeable par rapport à la pression intérieure, le cylindre de l'âme se déforme suivant un tronc de cône ayant sa grande base vers la bouche de la

Digitized by Google

pièce et placée à l'endroit même où se trouve le projectile au moment considéré. Or, comme la ceinture arrière du projectile constitue à proprement parler la petite base de l'enveloppe cylindro-conique, c'est donc en ce point que se trouve la grande base du tronc de cône de l'âme déformée. La ceinture tend donc à ne pas être serrée par le canon, et par suite, il tend à s'établir un vent autour du projectile ainsi que l'indique la figure 4.

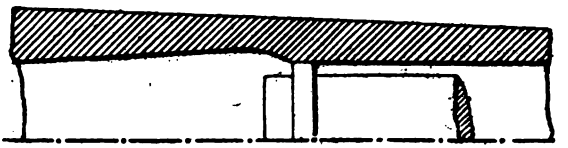


Fig. 4.

Si, au lieu d'aléser l'âme cylindriquement, on l'alèse légèrement conique, les gaz de la poudre agissent dans une enveloppe conique. La déformation intérieure s'effectue alors suivant une parabole du 3e degré dont le maximum de gonflement a toujours lieu dans la partie comprise entre la base de la volée et la ceinture du projectile, ainsi que le montre la figure 5.

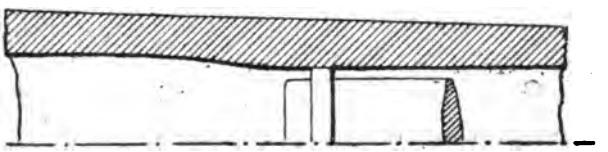


Fig. 5.

Dans ces conditions, l'âme n'a pas tendance à s'ouvrir au droit de la ceinture, et le vent ne se fait pas entre l'âme et le projectile. Nous croyons donc nécessaire d'aléser l'âme des canons, dans la portion comprise depuis les tourillons jusqu'à la tranche de bouche, suivant une surface légèrement conique.

Digitized by Google

Relations entre les forces élastiques dans la volée d'un canon.

24. — Si nous désignons par C_r la compression radiale dans l'âme, par T_c la tension circulaire, par L la tension longitudinale, par G la force de glissement, nous avons, en appliquant les formules données plus haut :

$$C_r = 2Az\left(1 - \frac{r'^2_1}{r^2}\right)\lambda + 2B(\lambda + \mu) + A'\lambda + 2A\mu z. \quad (118)$$

$$T_c = 2Az\left(1 + \frac{r'^2_1}{r^2}\right)\lambda + 2B(\lambda + \mu) + A'\lambda + 2A\mu z. \quad (119)$$

$$L = 2Az\lambda + 2B\lambda + A'(\lambda + 2\mu). \quad (120)$$

$$G = \frac{A\lambda(r'^2_1 - r^2)}{r}. \quad (121)$$

Si, dans ces équations, nous faisons $r = r'_1$, nous aurons les forces élastiques intérieures, et si, au contraire, nous remplaçons r par $r_2 - z \operatorname{cotg} \beta$, nous aurons les forces élastiques extérieures. La valeur de r étant toujours supérieure à celle de r'_1 dans une même section, le quotient $\frac{r'^2_1}{r_2}$ diminue quand r augmente, par conséquent la tension circulaire diminue à mesure qu'on s'éloigne de l'âme.

Si nous ajoutons les deux équations (118) et (119), il vient :

$$C_r + T_c = 4Az(\lambda + \mu) + 4B(\lambda + \mu) + 2A'\lambda.$$

Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

Théorème. — *Dans chaque section de la volée d'un canon, la somme de la compression radiale et de la tension circulaire est constante.*

Ce théorème est analogue à celui qui existe pour les surfaces cylindriques.

Retranchons l'équation (118) d e l'équation (119), il vient :

$$T_c - C_r = 4A\lambda z \frac{r'^2_1}{r^2},$$

Digitized by Google

ou

$$(T_c - C_r)\, r^2 = 4A\lambda z r'^2_1.$$

Considérons dans la même section un point de rayon r'', nous aurons de même :

$$(T'_c - C'_r)\, r''^2 = 4A\lambda z r'^2_1.$$

Par conséquent :

$$(T_c - C_r)\, r^2 = (T_c' - C_r')\, r''^2 = (T_c'' - C_r'')\, r'''^2.$$

Nous sommes donc conduits à énoncer le théorème suivant :

Théorème. — *Dans chaque section de la volée d'un canon, la différence de la tension circulaire et de la compression radiale est proportionnelle au carré du rayon.*

Ce théorème a son correspondant dans la théorie des enveloppes cylindriques ; il a été donné par le général Virgile dans son mémoire sur la résistance des bouches à feu.

Pour une même valeur de z, les équations (118), (119), (120), (121), peuvent s'écrire :

$$C_r = a - \frac{b r'^2_1}{r^2},$$

$$T_c = a' + \frac{b r'^2_1}{r^2},$$

$$L = a'',$$

$$G = \frac{a''' r'^2_1}{r} - a''' r.$$

Les deux premières montrent que, si r augmente, la compression radiale diminue, et la tension circulaire également, ce que nous avions déjà dit plus haut. La tension longitudinale est constante dans une même section. Le glissement est nul à la paroi de l'âme, il augmente avec le rayon ; il varie suivant une hyperbole ayant pour asymp-

Digitized by Google

tote l'axe du cylindre, l'autre asymptote passe par l'origine et a pour équation :

$$G' = -a'''r.$$

La variation de G est donc représentée par la courbe M N (fig. 6).

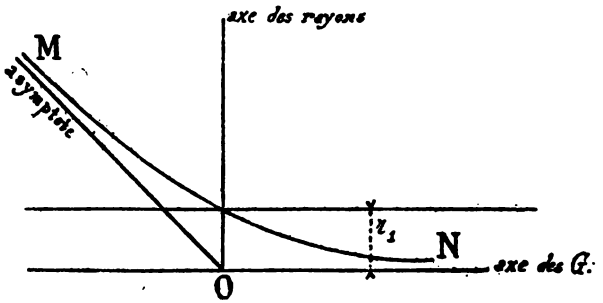


Fig. 6.

Pour obtenir les forces élastiques qui agissent à la paroi intérieure de l'âme, il suffira de faire dans les formules $r = r'_1$, nous avons ainsi :

$$C_{ri} = 2A\mu z + 2B(\lambda + \mu) + A'\lambda. \qquad (122)$$

$$T_{ci} = 2A\mu z + 4A\mu z + 2B(\lambda + \mu) + A'\lambda. \qquad (123)$$

La quantité C varie suivant une courbe hyperbolique :

$$L_i = 2Az\lambda + 2B\lambda + A'(\lambda + \mu). \qquad (124)$$

$$G_i = 0.$$

Les forces élastiques intérieures sont donc des fonctions du premier degré en z, augmentent avec cette variable et sont par conséquent maximum pour une position du projectile dans la section qui contient la ceinture arrière.

Pour obtenir les valeurs des forces élastiques extérieures

Digitized by Google

en un point donné, il suffit de remplacer dans les équations r par $r_2 - z \operatorname{cotg} \beta$, il vient ainsi :

$$C_{re} = \frac{1}{(r_2 - z \operatorname{cotg} \beta)^2} \Big\{ 2A \operatorname{cotg}^2 \beta (\lambda + \mu) z^3$$
$$+ \Big[\operatorname{cotg} \beta [2B (\lambda + \mu) + A'\lambda] - 4Ar_2 (\lambda + \mu)\Big] z^2 \operatorname{cotg} \beta$$
$$+ \Big[2Ar_2^2(\lambda+\mu) - 2A\lambda r'^2_1 - 2r_2 \operatorname{cotg} \beta [(\lambda+\mu) + A'\lambda]\Big] + r_2^2 [2B(\lambda+\mu) + A'\lambda] \Big\}. \quad (125)$$

$$T_{ce} = \frac{1}{(r_2 - z \operatorname{cotg} \beta)^2} \Big\{ 2A \operatorname{cotg}^2 \beta (\lambda + \mu) z^3$$
$$+ \Big[\operatorname{cotg} \beta [2B (\lambda + \mu) + A'\lambda] - 4Ar_2 (\lambda + \mu)\Big] z^2 \operatorname{cotg} \beta$$
$$+ \Big[2Ar_2^2(\lambda+\mu) + 2A\lambda r'^2_1 - 2r_2 \operatorname{cotg} \beta [(\lambda+\mu) + A'\lambda]\Big] z + r_2^2 [2B(\lambda+\mu) + A'\lambda] \Big\}. \quad (126)$$

$$G_e = \frac{A\lambda [2r_2 z \operatorname{cotg} \beta - z^2 \operatorname{cotg}^2 \beta - (r_2^2 - r'^2_1)]}{r_2 - z \operatorname{cotg} \beta}. \quad (127)$$

$$L_e = L_i.$$

La tension circulaire extérieure et la compression radiale varient à la paroi suivant une courbe du 3e degré en z.

La tension longitudinale est la même à l'extérieur qu'à l'intérieur.

La force de glissement varie suivant une courbe du second degré qui est une hyperbole.

Si dans ces formules on fait $z = r_2 \operatorname{cotg} \beta$, on trouve pour G_e une valeur infinie, ainsi que pour C_{re} et T_{ce}. Or $z = r_2 \operatorname{cotg} \beta$ correspond au sommet du cône dont l'enveloppe considérée n'est qu'une portion. La droite $z = r_2 \operatorname{cotg} \beta$ est donc une asymptote de la courbe des G_e, des C_{re} et des T_{ce}.

Pour $z = 0$, on a :

$$G_e = \frac{-A\lambda (r_2^2 - r'^2_1)}{r_2^2}.$$

L'autre asymptote a pour coefficient angulaire $A\lambda \operatorname{cotg} \beta$ et pour ordonnée à l'origine $-Ar_2\lambda$. Son équation générale est donc :

$$G_e = A\lambda z \operatorname{cotg} \beta - Ar_2\lambda.$$

Digitized by Google

Cette asymptote rencontre l'axe des z au point $z = r_2 \operatorname{tg} \beta$; de sorte que la variation de G_e est représentée par la courbe P Q (fig. 7).

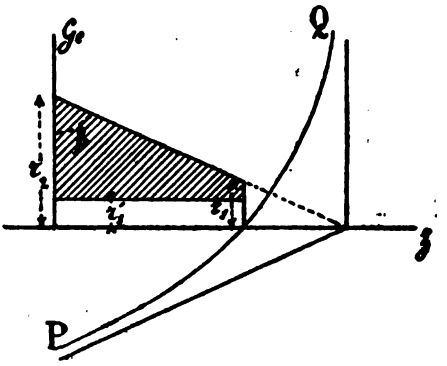


Fig. 7.

Nous terminons ici la seconde partie de ce mémoire, en remarquant que le calcul du rayon extérieur d'une enveloppe cylindro-conique pourra toujours s'effectuer en appliquant les formules précédentes. Si l'on se donne, en effet, la valeur de T_{ci}, c'est-à-dire de la tension circulaire intérieure, Σ par exemple, on aura :

$$\Sigma = 2Az(2\lambda + \mu) + B(\lambda + \mu) + A'\lambda.$$

Les valeurs de A, B, A' étant des fonctions du rayon extérieur, on appliquera la formule précédente au cas de z maximum et on tirera la valeur de ρ correspondant à cette section, située à la distance z de la base.

(*A suivre.*)

P. Laurent,
Ingénieur de la Société des forges et chantiers de la Méditerranée.

Digitized by Google

RENSEIGNEMENTS DIVERS

Métal Delta [1]. — Le *métal Delta* est un nouvel alliage de cuivre, qui a fait son apparition depuis peu en métallurgie, et paraît appelé à rendre de nombreux services. C'est un laiton additionné d'une proportion relativement minime de fer et de manganèse. L'alliage de cuivre et de fer avait pendant longtemps été considéré comme irréalisable ; on est parvenu à le constituer d'une façon intime, et même à l'état de combinaison chimique, en passant du fer au cuivre par l'intermédiaire du zinc, et en faisant intervenir un désoxydant énergique.

L'alliage ainsi obtenu a des propriétés très remarquables qui lui assurent de nombreuses applications. En effet, à froid, sa dureté et sa ténacité sont comparables à celles de l'acier et bien supérieures à celles du bronze ; à la température du rouge sombre, au contraire, il affecte presque l'état pâteux, de sorte qu'on peut le forger, l'estamper, l'étirer, le laminer, avec la plus grande facilité. Le grain étant très serré, on obtient même par le matriçage des pièces d'un fini extraordinaire, et susceptibles de prendre un très beau poli. Sa température de fusion est de 900°, et on peut le couler en sable ou en coquille plus aisément que le bronze.

Il est absolument inaltérable aux agents atmosphériques : il ne prend ni la rouille, ni le vert-de-gris.

Ces diverses qualités définissent nettement, comme on voit, les services que peut rendre ce nouveau métal et les applications qui lui sont réservées.

Toutes les pièces en fer ou en acier, telles que boulons, vis, écrous, platines, fils, tubes, employées dans les cons-

[1] Ces renseignements proviennent en grande partie d'une communication faite à la *Society of engineers*, et reproduite dans les mémoires de la *Société des ingénieurs civils*.

Digitized by Google

tructions hydrauliques ou marines, et exposées à subir l'action oxydante de l'eau, seront avantageusement remplacées par des pièces de même forme et de même dimensions en *delta*.

De même la substitution du *delta* au bronze ordinaire et au bronze phosphoreux, est tout indiquée chaque fois que l'on voudra plus de résistance, ou que la préparation de la pièce sera plus économique par l'estampage à chaud que par le moulage.

La densité du *delta* est 8,4; sa couleur est celle de l'alliage d'or et d'argent; sa limite d'élasticité est de 22^{kg} par millimètre carré; il se comprime de 13,5 p. 100 sous la charge de 83^{kg} par millimètre carré.

Quelques données numériques permettront de comparer la résistance mécanique du *delta* à celle des autres métaux.

Essais à la traction (Éprouvettes écrouies).

	Résistance à la rupture par mm².	Allongement à la rupture p. 100.
	kg.	
Cuivre rouge	23	32
Laiton 1er titre	34	58
Acier ordinaire	45	22
Bronze à canon	46	32
Bronze phosphoreux	51	61
Delta barre	58	17
Delta fil	96	4

D'après la *Rivista di artiglieria e genio* (février 1885), le cuirassé *Riachuelo* aurait employé des chaînes en *delta*, dont les anneaux avaient $18^{mm},5$ d'épaisseur; aux épreuves de traction, ces chaînes se rompirent sous la charge moyenne de 30^{kg} par millimètre carré de la section des anneaux.

Allemagne : Balles à chemise métallique (Pl. VII). — La *Revue* a déjà donné quelques renseignements sur les balles

Digitized by Google

à chemise de cuivre ou d'acier fabriquées par M. Lorenz, de Carlsruhe [1]. Le brevet pris par cet inventeur donne la description suivante des nouveaux projectiles et des procédés de fabrication employés.

La balle se compose d'une chemise, d'un noyau et d'une ceinture dirigeante.

La chemise, coulée dans des moules ou fabriquée par étirage, est en métal dur, laiton, cuivre ou acier ; elle est revêtue sur ses deux faces d'une mince couche d'étain ou de zinc. On y introduit un petit lingot de métal lourd, plomb ou alliage. Le tout est chauffé à une température suffisante pour fondre le noyau qui, en se refroidissant, se soude au métal de la chemise. On peut augmenter la densité de la balle en comprimant le noyau à l'état liquide.

La ceinture dirigeante est constituée, soit par une surépaisseur du métal de la chemise ou de la couche de zinc ou d'étain qui la recouvre, soit par une ou plusieurs bagues fixées sur la surface extérieure, soit enfin par un culot embrassant la partie postérieure du projectile (fig. 1).

A l'arrière de la balle, la tranche postérieure du noyau reste libre, ou bien est recouverte d'un disque métallique soudé.

D'après M. Lorenz, les balles de son invention constitueraient un progrès au double point de vue des effets produits et de l'humanité compatible avec les exigences de la guerre. Les effets produits sont plus considérables qu'avec les balles ordinaires, parce que la chemise s'oppose à l'aplatissement du plomb contre l'obstacle, et que la pénétration du projectile non déformé par le choc se fait dans de meilleures conditions. D'autre part, comme la chemise reste parfaitement adhérente au noyau, et ne présente aucune saillie irrégulière, les blessures produites sur les êtres vivants ne présentent pas les déchi-

---

[1] Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t. XXV, p. 363.

Digitized by Google

rures et les ravages considérables qu'on remarque dans les effets des balles en plomb, toujours irrégulièrement déformées. La balle composée mettrait donc plus d'hommes hors de combat, parce qu'un seul projectile peut, aux bonnes distances de tir, toucher trois hommes, mais ses blessures seraient moins souvent mortelles [1].

Les expériences ont prouvé que, des différents modèles proposés, le meilleur est la balle à chemise en acier, sans bague directrice, la ceinture étant constituée par un renflement du métal ou un culot soudé à l'arrière.

Les effets dans les terres sont considérables à toutes les distances. On sait que les balles ordinaires en plomb présentent le phénomène, singulier au premier abord, de pénétrer plus profondément dans la terre ou le sable aux grandes distances de tir, qu'aux distances rapprochées.

Ainsi, la balle du fusil allemand pénètre dans le parapet d'une tranchée-abri récemment construite, de 18 cm. à 300 mètres, de 24 cm. à 900 mètres et de 30 cm. à 1 200 mètres. Cet effet résulte de ce que la balle, lorsqu'elle arrive sur l'obstacle avec une grande vitesse restante, s'aplatit en un disque irrégulier qui a la plus grande difficulté à vaincre la résistance du milieu dans lequel il pénètre. La balle Lorenz, au contraire, conservant sa forme allongée, produit aux grandes distances les mêmes effets que la balle en métal mou, mais son pouvoir perforant croît sans cesse à mesure que la distance de tir diminue. Cette propriété n'est pas indifférente au point de vue de la tactique actuelle, qui préconise l'emploi des tranchées-abris sur le champ de bataille.

(D'après le *Waffenschmied* et l'*Allgemeine Militär-Zeitung*.)

Allemagne : Gargousses métalliques et appareils percutants de mise de feu (Pl. VII). — Depuis plusieurs années, la maison Lorenz cherche à remplacer, pour l'artil-

[1] Voir *Revue d'artillerie*, mars 1885, t. XXV, p. 558.

Digitized by Google

lerie de campagne, l'emploi de la charge en sachet par celui d'une gargousse métallique obturatrice munie d'une amorce détonant sous l'action d'un percuteur. Les avantages de ces modifications au matériel actuel seraient : de supprimer l'obturateur, dont l'usage et surtout le remplacement peuvent présenter des difficultés qui ne seraient pas sans inconvénients en temps de guerre ; de simplifier le service de la pièce, en supprimant le mouvement de placer l'étoupille, et le nettoyage de la chambre à poudre après chaque coup ; enfin, d'assurer l'inflammation de la charge d'une façon certaine, sans que l'on ait à redouter de ratés.

Les études faites à ce sujet ont amené M. Lorenz à proposer deux types de gargousses, l'une à douille fusible, l'autre à douille non fusible.

Ces deux espèces de gargousses ont la même forme et se composent des mêmes parties (fig. 2) : une douille *a*, un culot *b*, et une amorce fulminante placée au centre du culot. La liaison entre la douille et le culot peut se faire de différentes façons :

On peut placer la douille intérieurement ou extérieurement au collet *d* du culot, en recourbant l'extrémité de la douille vers l'intérieur ou vers l'extérieur (fig. 2 à 5) ; dans ces différents cas, il suffit d'un fort serrage entre les deux parties en contact pour obtenir leur liaison, que l'effet des gaz de la poudre ne fait qu'assurer plus complètement ; si, au contraire, la douille n'est pas recourbée, il faut qu'elle soit fixée au culot par une soudure et un rivet (fig. 6 et 7).

Le culot est en acier et assure seul l'obturation. Il est vrai que la douille y concourt en s'appliquant contre les parois de la chambre ; mais son action n'est pas indispensable. C'est ce qui a permis à l'inventeur d'essayer pour sa construction un métal fusible, de façon qu'après le départ du coup, il n'y ait à extraire que le culot : cette opération est plus facile que celle qui consiste à enlever

Digitized by Google

la gargousse tout entière, qui, après le tir, adhère aux parois de la bouche à feu sur toute sa longueur.

La gargousse vide ou le culot s'enlèvent au moyen d'un extracteur manœuvré à la main; cet extracteur se compose (fig. 8) d'un ressort à deux branches *r*, terminées par des griffes arrondies *g* qui saisissent le bourrelet arrière de la gargousse.

Des expériences ont eu lieu au mois de mars dernier, sur des gargousses à douille non fusible, dans un canon de $78^{mm},5$; les gargousses pesaient 380 grammes et contenaient la charge réglementaire du canon léger allemand ($1^{kg},250$).

L'obturation fut toujours complète, bien qu'on se servît de gargousses qui avaient été exposées à la pluie, sans les essuyer avant de les introduire dans la chambre, et que la chambre à poudre et la face antérieure du coin présentassent des affouillements provenant d'expériences antérieures. L'introduction et l'extraction des gargousses n'offrirent aucune difficulté.

La rapidité du tir fut de 10 coups en quatre minutes, soit 1 coup en vingt-quatre secondes; ce résultat fut obtenu avec un personnel inexpérimenté, en pointant régulièrement, et en remettant la pièce en batterie après chaque coup.

La *Deutsche Heeres-Zeitung* (n° 41), dont nous extrayons les renseignements relatifs à ces expériences, ne dit pas depuis combien de temps étaient fabriquées les munitions employées. Il reste donc à savoir si la poudre se conservera bien dans les nouvelles gargousses. Le journal militaire allemand ne parle pas non plus du métal employé pour la fabrication de la douille, ni des conditions qu'il devrait remplir pour que la même gargousse pût servir à plusieurs tirs successifs.

L'emploi des gargousses métalliques à amorce fulminante entraîne celui d'un percuteur pour la mise de feu. M. Lorenz a inventé un appareil pouvant se fixer dans la

Digitized by Google

lumière oblique des bouches à feu réglementaires, et un autre destiné à être logé dans un canal horizontal percé dans le coin de fermeture suivant l'axe de la pièce.

Le premier de ces appareils se compose des parties ci-après (fig. 9) : deux vis creuses, *l* et *l'*, placées aux extrémités du canal oblique percé dans le coin *c*; un tube creux *m*, vissé dans le canal de lumière. Les vis *l*, *l'* servent de guides au percuteur *g*; un ressort à boudin *k*, prenant appui sur *l'*, tend à maintenir le percuteur vers le haut, la pointe rentrée à l'intérieur du coin. Le tube *m* renferme une broche *i* qui, sous l'action du ressort à boudin *o*, est constamment poussée sur le percuteur ; le ressort *o* prend appui sur le bouchon *r* qui ferme le tube *m*. Ce dernier est coiffé d'un chapeau *q* auquel est fixée la broche *i*. Entre le chapeau *q* et le tube *m* est interposée une boîte *s*, de laquelle dépend tout le fonctionnement du mécanisme. Cette boîte, vissée au fond du chapeau *q*, est munie de quatre dents, deux grandes *u* et deux petites *u'* (fig. 10) ; ces dents engrènent successivement avec deux grandes dents *v* portées par le tube *m*. Supposons qu'on imprime un mouvement de rotation au chapeau *q*, dans le sens où ce mouvement est possible, c'est-à-dire en faisant glisser l'une sur l'autre les surfaces courbes des dents ; celles-ci pourront prendre trois positions relatives, auxquelles correspondront trois positions différentes de la broche :

1° Une grande dent *v* du tube *m* a glissé le long d'une grande dent *u* de la boîte *s* (fig. 9) ; la broche est poussée en avant, à la position de mise de feu ;

2° Une grande dent *v* vient de franchir la petite dent *u'* et repose dans le cran qui sépare les dents *u* et *u'* (fig. 10) : la broche est au repos et le percuteur *g* entièrement rentré dans le coin ;

3° Une grande dent *v* vient de glisser le long de la rampe de la dent *u* et les extrémités des dents sont en contact (fig. 11) : le ressort *o* est bandé, la broche est à la position de l'armé, le coup est près de partir.

Digitized by Google

On fait fonctionner l'appareil en accrochant le cordon d'un tire-feu à l'un des tenons *t*, porté par le tube *m*. Admettons qu'un coup vienne de partir; en faisant tourner le tube *m* d'un quart de tour, on met le percuteur au repos: la culasse peut s'ouvrir et se fermer. Le quart de tour suivant produit l'armé et le départ du coup. Le mouvement est continu, chaque demi-tour correspondant à une mise de feu.

L'amorce fulminante (fig. 12), à inflammation périphérique, est placée dans un logement du culot de la gargousse, qui communique avec la charge de poudre par un ou plusieurs évents *e*. La forme de l'amorce est déterminée de telle sorte que, quelle que soit sa position dans son logement, l'arête du percuteur vient frapper normalement le bourrelet contenant la matière fulminante, et l'inflammation se trouve ainsi parfaitement assurée.

Le mécanisme que nous venons de décrire a très bien fonctionné; il peut se démonter et se remonter en quelques instants; les pièces en sont peu fragiles et peuvent se remplacer facilement.

Un appareil plus simple (fig. 13) peut être employé dans les mêmes conditions. Les dents *u* et *u'* sont taillées sur l'arête d'un coin E auquel on donne un mouvement de translation rectiligne à l'aide du tire-feu. La boîte *s* est remplacée par un verrou F muni d'une dent *v*. La position de repos du percuteur correspond à la position relative des dents du coin et du verrou représentée fig. 15; si l'on tire le coin à soi en agissant sur le cordon *w*, le ressort se bande, le mécanisme s'arme et le coup part. Pour continuer le tir, il faut introduire de nouveau le coin dans son logement et le tirer dans le sens de la flèche (fig. 16) jusqu'à ce que la broche, et par suite le percuteur, arrivent à leur position de repos. A ce moment, on peut ouvrir la culasse, et exécuter la charge.

L'appareil destiné à être placé dans l'axe de la bouche à feu présente les dispositions suivantes (fig. 17): comme dans le premier mécanisme décrit, on trouve un tube *m* et

Digitized by Google

une boîte *s* munis, l'un de deux dents *v*, l'autre de deux dents *u*. La boîte *s* agit directement sur le percuteur *g*. Le mouvement de rotation s'obtient au moyen d'un pignon *z* commandé par une crémaillère ronde *b* (fig. 18). Le tube *m* est rendu alternativement solidaire et indépendant du pignon *z* au moyen de deux couronnes dentées *x*, dont les dents engrènent quand on tire la crémaillère vers l'extérieur du canon (fig. 19), et glissent les unes sur les autres quand on la repousse vers l'intérieur. L'agencement des différentes pièces est tel que, la crémaillère étant poussée à fond dans son logement, les dents *n* des deux couronnes posent les unes sur les autres par leurs pointes (fig. 20), ce qui bande légèrement le ressort *o* et amène le percuteur à sa position de repos. On peut, dès lors, ouvrir la culasse et exécuter la charge. Pour faire partir le coup, on tire la crémaillère vers l'extérieur; les dents *u* et *v* se placent comme il est indiqué figure 19; le mécanisme s'arme, la boîte *s* et le percuteur occupant la position de la figure 17. En continuant le mouvement, on fait partir le coup.

L'appareil est logé dans un tube *y* vissé dans le coin. Sur la surface intérieure de ce tube, sont creusées deux rainures *n'* dans lesquelles glissent deux tenons portés par la boîte *s*, qui est ainsi forcée de prendre un mouvement rectiligne.

On fait mouvoir la crémaillère en agissant sur le crochet *h* à l'aide du tire-feu; tant que ce crochet est à l'intérieur du coin, le ressort *f'* le maintient en contact avec le talon *t* (fig. 18) de la crémaillère; un autre ressort *f* dégage le crochet *h* lorsqu'il est en dehors du coin et la crémaillère cesse d'être tirée vers l'extérieur. Lorsqu'on repousse la crémaillère à l'intérieur du coin, le mouvement est limité par le talon *t'*.

Antriche-Hongrie : Écoles à feu. — Le ministre de la guerre vient de décider que tous les officiers d'infanterie et de cavalerie assisteront dorénavant aux écoles à feu

Digitized by Google

exécutées dans leurs garnisons. D'autre part, les officiers de l'artillerie de campagne assisteront chaque année aux tirs de guerre de l'infanterie.

(*Allgemeine Militär-Zeitung*, n° 46.)

Autriche-Hongrie : Adoption du mortier de 15°. — La *Vedette* annonce que le mortier de siège de 15c en bronze-acier a été adopté le 9 avril 1885. La *Revue* a rendu compte des expériences exécutées avec cette bouche à feu en 1882 et en 1883 (1). Elle donnera prochainement des détails sur les expériences de 1884.

Espagne : Expériences de tir à Cadix. — On a expérimenté en janvier au fort Cortadura, à Cadix, un canon Armstrong de 30c,5, tirant des obus en fonte durcie contre une plaque de 16 mètres carrés, placée à 225 mètres, présentant en son centre, sur un carré de 0m,95 de côté, une épaisseur de 0m,40. Les deux premiers coups furent tirés à la charge de 100 kg. de poudre prismatique brune. Pour le troisième et dernier coup, on réduisit la charge à 70 kg., pour obtenir la même vitesse au choc qu'à la distance de 2 000 mètres avec la charge ordinaire.

Les trois projectiles perforèrent la plaque et s'enfoncèrent dans une butte en terre de 10 mètres d'épaisseur, contre laquelle la cuirasse était adossée. Les obus ne subirent aucune déformation.

La longueur du canon de 30c,5 est de 8m,839 ; celle de la chambre à poudre de 1m,295. La bouche à feu a 50 rayures ; son poids est de 43 690 kg. avec une prépondérance de culasse de 100 kg. Le projectile pèse 317kg,5 ; la charge maximum est de 130 kg., la charge ordinaire de 108 kg. La vitesse initiale moyenne a été de 608 mètres.

Ce canon est capable de perforer à bout portant une plaque de 0m,65 d'épaisseur, et à 2 000 mètres une plaque de 0m,35 à 0m,40. (*Allgemeine Militär-Zeitung*, n° 7.)

(1) Voir *Revue d'artillerie*, août 1883, t. XXII, p. 455 ; janvier 1885, t. XXV, p. 131.

Digitized by Google

Portugal : Réorganisation de l'armée. — L'armée portugaise a été réorganisée par une loi organique du 31 octobre 1884. La *Revue* a déjà fait connaître l'effectif de l'armée et celui de l'artillerie tels qu'ils résultent de cette loi (1).

L'arme de l'artillerie compte :

1° Un officier général chef de l'arme, directeur général et inspecteur permanent ; il est assisté par un officier supérieur chef d'état-major ;

2° Un état-major particulier (65 officiers) ;

3° Des troupes, savoir :

3 régiments d'artillerie montée (1 à 3), chacun à 10 batteries actives et 2 de dépôt ; la batterie sur le pied de guerre comprend : 6 officiers, 1 médecin, 1 vétérinaire, 169 hommes, 36 chevaux, 108 mulets, 6 pièces ;

Une brigade d'artillerie de montagne à 2 batteries actives et 4 batteries de dépôt ; la batterie sur le pied de guerre comprend : 5 officiers, 1 médecin, 1 vétérinaire, 193 hommes, 10 chevaux, 63 mulets ;

2 régiments d'artillerie de forteresse (4 et 5) à 8 compagnies actives et 4 de dépôt ; en plus, 4 compagnies affectées spécialement à Madère, aux Açores et au fort Saint-Julien, à l'embouchure du Tage ; la compagnie comprend 4 officiers et 86 hommes ;

4° Des établissements (2) ;

5° Le personnel auxiliaire : caserniers et gardes d'artillerie.

La récapitulation générale pour l'arme de l'artillerie sur le pied de guerre fournit :

Officiers	488
Troupe	9 687
Chevaux	1 423
Mulets	4 266
Pièces	264

La limite de taille exigée pour l'artillerie est de $1^{m},65$.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, décembre 1884, t. XXV, p. 286.
(2) Voir *Aide-mémoire à l'usage des officiers d'artillerie*, chap. XXII, p. 271.

Digitized by Google

Les officiers des différentes armes et de l'état-major sont recrutés par l'École militaire.

La durée des cours est de deux années pour l'infanterie et la cavalerie ; elle se complète par une troisième année d'études pour les candidats aux armes spéciales et à l'état-major.

L'école est soumise au régime militaire ; les élèves y ont rang de sous-officiers, mais sans aucune prérogative.

Les candidats sont admis de 16 à 20 ans, soit à leur sortie du collège militaire (correspondant à notre Prytanée de La Flèche), soit à la suite d'un concours ; ils contractent un engagement de huit années.

Les jeunes gens déjà liés au service depuis plus d'un an, peuvent être admis à l'école jusqu'à l'âge de 22 ans, s'ils se destinent aux armes spéciales et à l'état-major, jusqu'à l'âge de 25 ans pour le service de l'infanterie et de la cavalerie.

(D'après le *Bulletin de la Réunion des officiers*, n° 23.)

Russie : Nouvelles formations. — Un décret impérial du 2 mai 1885 crée 4 nouveaux bataillons d'artillerie de forteresse. Ces bataillons seront stationnés : un à Novo-Georgievsk, un à Brest-Litovski, deux à Ivangorod.

Le même décret porte de 3 à 4 le nombre des compagnies de trois bataillons d'artillerie de forteresse, en garnison, l'un à Varsovie, les deux autres à Dunabourg.

Par décret impérial en date du même jour, il est créé à Kiev trois batteries d'artillerie à pied de montagne indépendantes. Ces batteries sont placées provisoirement sous les ordres du commandant de l'artillerie de forteresse de Kiev. (*Deutsche Heeres-Zeitung*, n° 44. *Revue militaire de l'étranger*, n° 623.)

Russie : Appareil pour le tir indirect de l'infanterie. — L'*Invalide russe* annonce l'invention d'un appareil destiné à assurer la précision du tir indirect de l'infanterie aux

Digitized by Google

grandes distances. Cet appareil, imaginé par le capitaine Pohl, permet d'évaluer l'angle de tir au huitième de degré près. Il est d'un emploi très simple et ne ralentit pas le tir. Son poids est de 400 grammes environ. L'appareil Pohl peut être porté par le soldat, soit dans la cartouchière, soit en poche. Il se fixe à l'arme au moyen d'une courroie et ne gêne pas le pointage direct; il n'empêche pas l'usage de la baïonnette. Son prix de revient est de 4 à 5 roubles.

Les expériences faites avec l'appareil Pohl ont donné de très bons résultats. Quatre rangées de cibles avaient été placés l'une derrière l'autre à 30 pas de distance. Le tir fut exécuté à la distance de 1 500 pas. Cinq des meilleurs tireurs d'un régiment lancèrent d'abord 15 balles contre les cibles, en visant par les procédés ordinaires; aucune balle n'atteignit le but. On employa ensuite l'appareil Pohl pour un tir exécuté par cinq hommes exercés à son maniement; à partir du 7e coup presque toutes les balles frappèrent les cibles. Sur 100 coups, 78 atteignirent le but: 30 balles furent mises dans la 1re rangée, 25 dans la 2e, 19 dans la 3e et 4 dans la 4e.

Un dernier tir fut exécuté avec l'appareil par cinq hommes qui n'avaient pas été exercés à son maniement. Sur 50 coups, 17 atteignirent le but.

(D'après les *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens*, n° 12.)

Russie : Commande de projectiles à Essen. — L'artillerie russe a commandé à l'usine Krupp 2 000 projectiles en acier pour canon de 11 pouces (279mm), au prix de 406 080 roubles. On avait essayé de recourir pour cette fourniture à l'industrie nationale, mais aucun des projectiles livrés par les fonderies russes ne put satisfaire aux conditions imposées. C'est à la suite de cet insuccès que la commande fut faite à Essen.

(*Deutsche Heeres-Zeitung*, n° 15.)

Digitized by Google

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE.

Traité élémentaire d'Électricité avec les principales applications, par R. Colson, capitaine du génie. — In-18 jésus avec figures dans le texte. Paris, Gauthier-Villars, 1885. — Prix: 3 fr. 75 c.

Le capitaine du génie R. Colson, adjoint au dépôt des fortifications (service des communications aériennes), vient de faire paraître un Traité élémentaire d'électricité. Appelé par ses fonctions à étudier et à diriger la construction d'appareils électriques, chargé de l'instruction des officiers auxquels ces appareils sont confiés, l'auteur a cherché à être utile à tous ceux qui veulent se tenir au courant de la science électrique actuelle. Les progrès de cette science ont été tels depuis quelque temps, qu'il est très difficile d'en avoir suivi une à une toutes les étapes. Ceux dont le bagage scientifique date déjà de quelques années sont obligés, pour se remettre au courant, de se livrer à un travail long et pénible pour lequel il leur faut consulter un grand nombre d'ouvrages qu'ils n'ont pas toujours à leur disposition.

L'auteur fait connaître ainsi qu'il suit, dans la préface de son livre, le programme qu'il s'est tracé :

Ce petit *Traité* a pour but d'exposer et surtout de faire comprendre, en peu de pages, les éléments de l'électricité et les principes de ses applications les plus importantes.

Il s'adresse donc, d'une manière générale, à tous ceux qui commencent l'étude de l'électricité au point de vue pratique, et leur permet de se mettre rapidement au courant de ce qui se dit, se fait et se publie aujourd'hui dans le domaine, déjà si vaste et chaque jour plus étendu, de ces merveilleuses applications. Ils y trouveront, pour ainsi dire, le tronc et les gros rameaux de cette science, et pourront ensuite développer leurs connaissances dans telle ou telle branche au moyen, soit des appareils eux-mêmes, soit des Traités spécialement consacrés à chacune d'elles.

Digitized by Google

Afin de faciliter l'intelligence des notions fondamentales, j'ai adopté une marche et une comparaison qui m'ont servi pour ma formation personnelle, et qui me sont encore souvent utiles dans le service et l'instruction dont je suis chargé ; le lecteur en retirera sans doute aussi quelque profit. Ainsi, je mets en tête le chapitre relatif aux courants, y trouvant l'avantage d'arriver d'une façon simple et commode à la notion si importante du potentiel.

On s'étonnera peut-être de ne pas rencontrer, dès les premières lignes, une définition de l'électricité : c'est que, en présence de l'ignorance où nous sommes sur la nature de cet agent physique, et de la grande variété des phénomènes par lesquels il se manifeste, il me semble que cette définition doit plutôt être considérée comme une conclusion ressortant de l'étude de ces phénomènes ; aussi est-elle placée, non au commencement, mais à la fin du premier chapitre, après un exposé sommaire des différents effets des courants.

Je me suis efforcé, dans les six premiers chapitres, de donner des idées justes et claires sur les notions fondamentales, qu'il est indispensable d'approfondir et de bien comprendre, si l'on veut étudier avec fruit les chapitres suivants : ceux-ci sont consacrés aux principales applications : à chacune d'elles j'ai attribué un développement proportionné à son importance, en tenant compte des limites restreintes que je me suis imposées, et des derniers progrès réalisés jusqu'au moment de l'impression.

Nous croyons pouvoir affirmer que l'ouvrage de M. le capitaine Colson est appelé à un grand et légitime succès. La plupart de nos lecteurs, désireux de se tenir au courant d'une science que ses applications récentes rendent de plus en plus populaire, avaient beaucoup de peine à chercher dans des ouvrages antérieurs complétés par des publications périodiques une coordination des lois, des théories et des expériences constituant la science électrique actuelle ; ils trouveront dans ce travail, d'une méthode excellente et d'une lecture facile, des notions théoriques et les principes des applications importantes. Ce sera donc pour eux un traité pour l'instruction élé-

Digitized by Google

mentaire, une introduction à des ouvrages plus savants ou plus détaillés et un point de départ pour des études qu'il leur plairait de faire dans l'une quelconque des nombreuses applications de l'électricité aux sciences militaires.

Nous appelons spécialement sur cet ouvrage l'attention des officiers qui, dans les places, sont chargés du service des appareils télégraphiques et téléphoniques et de ceux qui dirigent les équipes de lumière électrique. Pour ces derniers surtout, la lecture du *Traité* du capitaine Colson sera une préparation excellente aux leçons et conférences que cet officier est appelé à faire au Mont-Valérien.

Digitized by Google

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Articles de revues et de journaux parus dans le 2e trimestre 1885.

FRANCE.

Bulletin de la Réunion des officiers. — Étude sur les principales cavaleries étrangères (nos 14 et 15). — Les artilleries de montagne européennes (no 14). — Les ballons et leur emploi à la guerre (nos 14, 15, 17 et 19). — Sur les dernières modifications apportées à la méthode de réglage du tir percutant (no 15). — Étude sur les cantonnements (nos 16, 17, 18, 19 et 20). — Notre comptabilité (nos 16, 17 et 18). — Étude sur le combat (nos 18, 19, 20, 21, 22 et 23). — Réglage rapide du tir percutant (no 19). — Des viandes de boucherie dans l'armée (no 19). — Au sujet de la mobilisation (no 20). — Les grandes manœuvres de la Garde impériale russe en 1884 (nos 20 et 21). — Les Russes et les Anglais dans l'Asie centrale (nos 21, 22, 23, 24, 25 et 26). — Réformes militaires (no 22). — Puissance comparée du fusil et du canon (nos 23 et 24). — Tir de l'artillerie (no 25). — La masse de petit équipement (no 25). — A propos de la masse de petit équipement (no 26).

Journal des sciences militaires. — Le sous-officier et les cadres subalternes (avril et mai). — La lutte pour les communications avec l'Asie (avril). — La tenue de campagne de l'infanterie et l'approvisionnement des cartouches du champ de bataille (avril). — De la perforation des cuirasses en fer forgé (avril). — A travers la tactique de la cavalerie (mai et juin). — La loi des cadres et l'artillerie de campagne (mai). — Observations sur nos places fortes de la frontière de l'Est (juin). — Les Chinois, leur armée, leurs voies d'invasion dans le Tonkin (juin). — L'armée de Châlons. Son mouvement vers Metz [1870] (juin).

Revue de cavalerie. — La cavalerie aux manœuvres des 4e et 17e corps (avril et mai). — La division de cavalerie dans la bataille (avril et mai). — L'instruction de la cavalerie (mai et juin). — La situation militaire dans l'Asie centrale (mai). — Dressage du cheval de guerre et du cheval de chasse (juin). — Essai de programme pour les exercices d'une brigade de cavalerie (juin). — Le règlement et les chevaux d'officiers (juin).

Revue maritime et coloniale. — Obus et fusées mécaniques Berdan (avril). — De l'emploi des torpilleurs pour la défense des côtes (mai). — Les explosions de torpilles (mai). — Les canons de gros calibre en 1884 (juin). — Organisation de la marine suédoise (juin).

Revue militaire de l'étranger. — La question de réorganisation militaire en Suède (no 619). — La réorganisation de l'armée portugaise en 1884 (nos 619, 621, 623 et 624). — L'instruction dans l'artillerie allemande (no 619). — Le nouveau règlement de tir de l'infanterie allemande (no 620). — Notes sur l'instruction des troupes (nos 620

Digitized by Google

et 624). — Les Russes dans l'Asie centrale (nos 620, 621 et 624). — Les nouvelles formations et l'organisation actuelle de l'armée austro-hongroise (nos 621 et 624). — L'armée indigène des Indes (n° 621). — La solde des officiers dans l'armée allemande (n° 622). — Les forces anglaises aux Indes (n° 622). — Ouverture des brèches dans les fortifications en pisé (n° 622). — L'avancement et le corps d'état-major en Italie (n° 623).

Spectateur militaire. — Étude sur la révision des lois militaires (n° 112). — Le règlement du 29 juillet 1884 sur les manœuvres d'infanterie (n° 112). — Conférence sur les travaux aéronautiques de Henry Giffard (n° 112). — Le nouveau système d'avancement (n° 113). — Étude sur les lois de la perforation des plaques (nos 113 et 114). — La masse de petit équipement (n° 114). — Considérations militaires sur l'avenir de la tactique de l'infanterie d'après les expériences de la guerre turco-russe en 1877-1878 (nos 114, 115, 116, 117 et 118). — Les magasins de compagnie (n° 115). — La défense nationale dans le Nord (nos 116 et 117). — Organisation des magasins de compagnie (n° 116). — Le torpilleur n° 68 et la direction des ballons (n° 116). — Lettres sur l'infanterie (nos 117 et 118). — Le général de Blois. Sa vie et ses ouvrages (n° 118).

Avenir militaire. — Décret sur le classement (n° 998). — Le service de la literie (n° 1000). — La remonte (n° 1003). — Le service d'état-major (n° 1007). — La dernière convocation de l'armée territoriale (nos 1010 et 1011). — Les allocations de chauffage (n° 1012). — La guerre sous Louis XV (n° 1013). — Étude sur l'infanterie territoriale (nos 1013, 1014 et 1015). — La cavalerie prussienne et le prince Frédéric-Charles (n° 1014).

France militaire. — Le comité d'artillerie à Bourges (n° 424). — La remonte (n° 427). — Le harnachement et le paquetage de l'artillerie (n° 428). — Effets meurtriers des fusils de petit calibre (n° 440). — Passage des cours d'eau par la cavalerie (n° 448).

Progrès militaire. — Le service d'état-major et l'école de guerre (n° 462). — Les magasins de compagnie (n° 462). — La Chine militaire (n° 465). — L'artillerie de montagne (n° 470). — Les chemins de fer et la guerre (n° 471). — La solde des officiers allemands (n° 478). — La préparation à la guerre (n° 479). — La retraite de Lang-Son (n° 483). — Les travaux de campagne dans l'infanterie (n° 484). — Les expériences de Belgrade (n° 486).

ALLEMAGNE.

Allgemeine Militär-Zeitung. — L'influence des canons rayés dans les guerres de 1859 et de 1866, sur l'emploi de l'artillerie de campagne et sur la conduite des opérations (nos 26 et 27). — La conduite des troupes européennes dans une guerre contre les peuples non civilisés (n° 30). — Les manœuvres d'un groupe d'artillerie (nos 47, 48, 49, 50 et 51).

Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere (92e volume). — L'instruction du personnel de l'artillerie de campagne peut-elle être complète dans l'état actuel? (2e cahier) — Schrœder, Todleben et Sébastopol (2e, 3e et 4e cahiers). — Les fusées à double effet et le

Digitized by Google

projectile unique pour l'artillerie de campagne (2e et 3e cahiers). — Sur le tir à démonter et le tir courbe (3e et 4e cahiers).

Deutsche Heeres-Zeitung. — La France et la Chine (nos 27, 28, 30, 32, 51 et 52). — Les canons à fils d'acier, système Longridge (nos 29, 30 et 31). — Le rôle des torpilles dans la prochaine guerre maritime (nos 33, 34 et 35). — Les canons d'infanterie (n° 45).

Jahrbücher für die deutsche Armee und Marine (55e volume). — La nouvelle instruction de tir allemande (avril). — Les trois phases du développement de l'artillerie de marine allemande (avril). — Ce que nous espérons de la télégraphie de campagne (avril, mai et juin). — Recherches tactiques sur les nouvelles formes de l'art de la fortification (mai). — État actuel et avenir de la puissance maritime anglaise (mai).

Internationale Revue. — Les armes portatives et les canons en Danemark (avril). — L'armée et la marine portugaises, et plan de réorganisation de la première (avril). — Les chemins de fer militaires allemands (mai). — La cavalerie française et allemande au début d'une nouvelle guerre (mai et juin). — Le plan de défense proposé à l'assemblée danoise par un officier danois (mai). — Sur la question des shrapnels (juin).

Militär-Wochenblatt. — L'offensive tactique sera-t-elle rendue plus facile ou plus difficile par suite de la portée et de la précision des armes à feu actuelles? (n° 27). — Sur le feu à grande distance de l'infanterie contre l'artillerie de la défense au début de l'attaque (n° 29). — Remarques sur l'article précédent (n° 45). — Une opinion russe sur l'état-major russe (n° 34).

Militär-Zeitung. — Le tir de l'artillerie de campagne contre des buts mobiles (n° 19). — Renseignements sur l'Afghanistan, tirés de sources russes (n° 20). — Causeries militaires (nos 21 et 22). — Causeries militaires sur l'Angleterre (nos 21, 22, 23 et 24). — La garnison de guerre d'un fort (nos 24, 25 et 26).

Neue militärische Blätter. — Expériences de tir contre les cuirasses en France et en Allemagne (avril). — Importance stratégique de Domo d'Ossola (mai). — La Suisse en cas de guerre (juin).

ANGLETERRE.

Army and Navy Gazette. — La campagne du Soudan (nos 1315, 1316 et 1318). — Les forces navales de la Russie et de la Turquie dans la mer Noire (n° 1315). — Les Russes dans l'Asie centrale (nos 1315, 1320, 1323, 1325 et 1326) — La marine russe (n° 1315). — La défense de l'Inde (n° 1316). — La question de la frontière afghane (nos 1317, 1318, 1319 et 1320). — La tactique au Soudan (n° 1319). — Le conflit entre la Russie et l'Afghanistan (nos 1321 et 1325). — L'armée russe (n° 1323). — Considérations sur la dernière campagne du Soudan (n° 1324).

Engineer. — Comparaison entre les artilleries de campagne anglaise et russe (n° 1528). — L'exposition internationale des inventions nouvelles (nos 1533 à 1538). — L'artillerie et le matériel de guerre à l'exposition internationale des inventions nouvelles (nos 1532, 1534

Digitized by Google

et 1535). — Protection donnée par les cuirassements (n° 1533). — L'exposition d'Anvers (n° 1534). — Le télégraphe en temps de guerre (n° 1536).

Engineering. — Autobiographie d'une torpille Whitehead (n°s 1005, 1007, 1008 et 1010). — L'exposition internationale des inventions nouvelles (n°s 1009 à 1017). — L'artillerie et le matériel de guerre à l'exposition internationale des inventions nouvelles (n°s 1009, 1011 et 1017). — La défense de nos côtes (n° 1009). — La guerre de torpilles (n° 1016).

Proceedings of the Royal Artillery Institution. — De l'usage des tables générales, pour calculer la durée du trajet et la vitesse restante (avril). — Les feux verticaux de Carnot et l'artillerie moderne (avril). — Les manœuvres des VIIe et VIIIe corps allemands, en septembre 1884 (avril). — Les télégraphes de campagne (avril). — L'armement des conducteurs dans les batteries montées et les batteries à cheval (avril). — Hausse du major Scott, corrigeant l'erreur due à l'inclinaison des tourillons (mai). — Stratégie des guerres contre un ennemi peu nombreux (mai). — Historique de la lutte du canon et de la cuirasse (juin).

AUTRICHE-HONGRIE.

Armeeblatt. — Expériences de tir exécutées avec la mitrailleuse Nordenfeldt (n° 21).

Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. — Les inventions modernes, ayant pour but d'augmenter la rapidité du tir des armes portatives (3e cahier). — Résumé des principales expériences exécutées par l'artillerie autrichienne en 1884 (4e cahier). — Le service à l'arrière des armées et les chemins de fer funiculaires (4e cahier). — Nouvelles expériences, exécutées en Suisse, avec le fusil Hebler et le projectile Compound (5e cahier).

Organ der Militär-Wissenschaftlichen Vereine (30e vol.). — Les conséquences pour l'Autriche des réformes introduites dans la cavalerie russe (3e cahier). — Historique des corps explosifs fabriqués avec la nitroglycérine (3e cahier). — L'emploi des grandes masses d'artillerie dans l'offensive (4e cahier). — Les principales modifications introduites en 1884 dans les armées étrangères (4e cahier).

Streffleur's österreichische Zeitschrift. — La conduite et l'emploi des troupes dans la guerre de montagne (février). — Application de l'électricité aux opérations militaires (février). — Préparation de l'infanterie à l'attaque et à la défense des bois (avril). — La nouvelle instruction sur le tir dans l'infanterie allemande (avril).

Vedette. — Le développement de la tactique depuis la guerre de 1870-1871 (n°s 27 et 28). — Les débuts des ballons (n°s 27 et 28). — L'armée française en 1884 (n°s 30 et 31). — Les forces militaires de la Russie (n° 36). — La puissance militaire de l'Angleterre (n° 39). — Comparaison des forces militaires de l'Angleterre et de la Russie (n° 41). — L'évacuation du Soudan par les Anglais (n° 45). — Situation des troupes anglaises en Égypte (n° 47). — L'infanterie alle-

Digitized by Google

mande (n° 49). — De l'organisation en France (n° 49). — L'uniforme (n° 50).

ESPAGNE.

Memorial de Artilleria. — Expériences exécutées avec les canons de 30c,5 et de 25c (mars). — Données pour servir à l'histoire de l'artillerie espagnole (avril et mai). — L'artillerie moderne (avril). — Mémoire sur la perforation des cuirasses par les projectiles (avril et mai).

Revista cientifico-militar. — Histoire d'une cartouche (1er avril). — Exercices tactiques et stratégiques résolus au moyen du jeu de la guerre (15 avril). — Étude sur les équipages de siège (1er mai, 1er juin et 15 juin). — Le canon Hontoria de 16c (1er mai). — Les machines infernales et les torpilles terrestres (1er mai). — Une excellente épée (15 mai et 1er juin). — Nouveau canon de côte de 30c (1er juin). — Revolver modèle 1882, réglementaire en Suisse (15 juin).

Revista militar Española. — La guerre entre la Russie et l'Angleterre (n° 13). — La durée du service militaire (n° 18). — Innovations introduites en 1884 dans les artilleries de campagne et de montagne étrangères (n° 18). — Les caractères essentiels du combat moderne (nos 18, 19 et 20). — La méthode des moindres carrés (nos 21, 22 et 24). — Le recrutement militaire (n° 22). — Réformes dans la tactique de la cavalerie (nos 13, 14, 15, 16, 17, 20 et 23).

ÉTATS-UNIS.

Army and Navy Journal. — Un nouveau mode de construction des bouches à feu en acier (n° 35). — La question des cuirassements (n° 36).

HOLLANDE.

De militaire Spectator. — Le train d'artillerie dans l'armée hollandaise (n° 4). — La poudre (nos 4 et 5). — Exercices de tir contre un ouvrage de campagne (n° 5). — Correction à faire subir à l'angle de tir pour tenir compte de l'influence du vent (n° 6).

ITALIE.

Esercito italiano. — La question de l'avancement (n° 39). — Les mitrailleuses au Soudan (n° 41). — La nouvelle organisation des régiments alpins (n° 45). — L'effectif de la compagnie et les armes spéciales (n° 64). — Modifications à la loi sur la solde (n° 66). — La milice territoriale alpine (nos 71 et 72). — L'avancement dans l'armée (n° 73).

Italia militare. — La question de l'avancement (nos 47, 48 et 49). — Le Code pénal et les prisons militaires (n° 54). — Les troupes colo-

Digitized by Google

niales (n° 56). — Le corps de défense maritime (n° 57). — Budget de la guerre pour l'exercice 1885-1886 (n° 64). — Quelques considérations sur l'arme du génie (n° 65). — La réquisition des chevaux (n° 69). — Armée, marine ou fortifications? (nos 70 et 71) — Étude sur l'arme du génie (nos 72 et 73). — Notre marine militaire (n° 74).

Rivista di Artiglieria e Genio. — Du tir indirect des batteries de campagne (mars). — Organisation et service du génie dans les armées européennes (mars, avril et mai). — Fusil et canon (mars). — De la construction des tables de tir vertical (mars). — Note sur le profil des ouvrages de fortification en pays de montagne (avril). — Solution pratique du problème du tir vertical (avril). — La séparation du corps des officiers de l'artillerie de forteresse et la situation de cette artillerie en Italie (avril et mai). — La situation de l'artillerie de campagne relativement à l'infanterie (mai). — Les ponts métalliques portatifs et leur emploi en temps de guerre (mai).

Rivista marittima. — Le budget de la marine (mars, mai et juin).

Rivista militare italiana. — De la préparation des grands transports militaires (mars). — Le budget de la marine italienne (mars). — Les principales modifications introduites dans l'armée russe (avril). — L'occupation austro-hongroise en Bosnie et en Herzégovine (mai). — Application du calcul au tir de l'infanterie (mai). — Instruction sur le tir de l'infanterie (mai).

RUSSIE.

Journal d'artillerie. — Tir sur un but mobile (avril). — La lumière électrique dans la guerre de siège (avril). — Expériences comparatives exécutées avec des plaques de blindage à la Spezzia (avril). — Expériences françaises et allemandes sur les blindages (avril). — Emploi de l'artillerie en campagne (mai et juin). — Extrait du compte rendu du cours de tir pratique à l'Ecole des officiers d'artillerie en 1884 (mai et juin). — Expériences d'éclairage exécutées à Dunabourg (juin).

SUISSE.

Revue militaire suisse. — Innovations dans l'armement de l'infanterie en Suisse et à l'étranger (avril). — La nouvelle instruction allemande sur le tir de l'infanterie (mai). — Du cheval de guerre et de la remonte des diverses cavaleries européennes (mai et juin).

Schweizerische Zeitschrift für Artillerie und Genie. — Expériences de tir à Meppen (mai). — Pénétration des projectiles dans les cuirasses (juin). — L'artillerie aux manœuvres de la 8e division (juin).

Le Gérant : Ch. Norberg.

Digitized by Google

Fig. 9. (1/4).

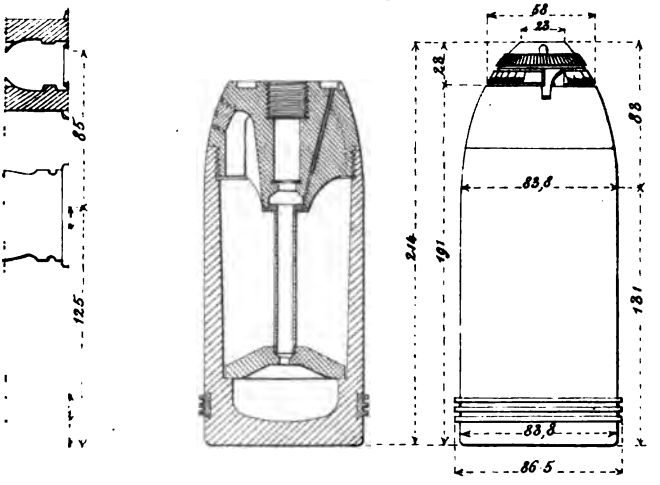
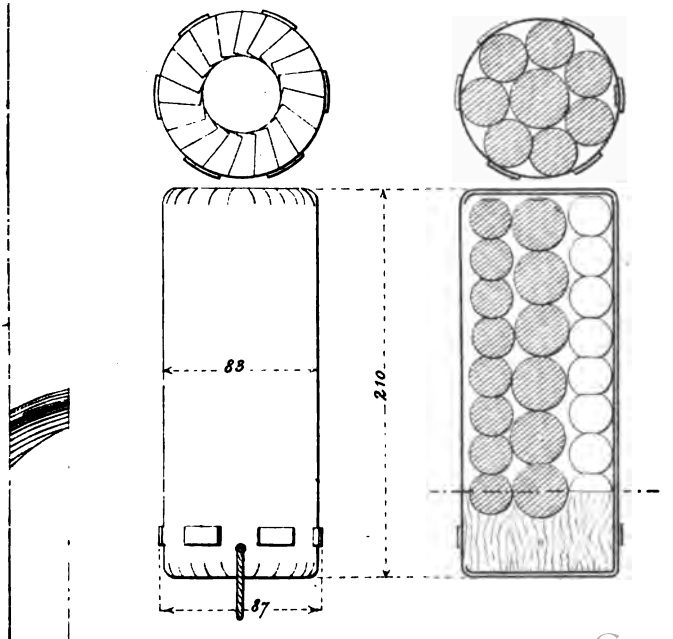


Fig. 10. (1/4)



Digitized by Google

Digitized by Google

DE L'ARTILLERIE

DES

DIVISIONS DE CAVALERIE

Les travaux publiés au sujet de l'artillerie des divisions de cavalerie trahissent les inquiétudes qu'ont fait naître dans les esprits les difficultés de la situation imposée à l'artillerie à cheval par la tactique de combat de la division.

Peut-être, en effet, les batteries sont-elles placées dans des conditions assez défavorables pour qu'il y ait lieu de douter de l'efficacité de leur tir, et il est à craindre, dès lors, que la division ne retire pas de son artillerie tous les services que cette arme est susceptible de rendre.

Rappeler le rôle de l'artillerie attachée à la cavalerie et signaler quelques-unes des voies dans lesquelles on pourrait s'engager pour rendre cette artillerie plus redoutable : tel est notre but.

Du rôle de l'artillerie attachée à la cavalerie.

Marche de la division.

« Pendant la période d'exploration la division s'avance par deux ou plusieurs routes afin de faciliter sa marche, l'établissement de ses cantonnements et l'exploitation des ressources du pays, tout en conservant la facilité de se concentrer rapidement [1]. » Le Règlement ne donne pas la place de l'artillerie dans cet ordre de marche. Peut-être cet oubli est-il volontaire ? En tout cas, l'artillerie ne de-

[1] Règlement sur les exercices de la cavalerie, titre IV, n° 574.

Digitized by Google

vra pas être répartie entre les diverses colonnes comme les Allemands paraissent vouloir le faire. Il faut lui assigner une route pour son propre compte ; les colonnes de cavalerie y gagneront comme légèreté et l'artillerie y trouvera avantage pour les facilités de son service intérieur. Si aucune route ne peut être mise à sa disposition, elle marchera concentrée dans la colonne où se trouve le général de division ; elle restera ainsi sous les ordres de son chef d'escadron.

« Dès que la division se trouve à une distance telle que la rencontre de l'ennemi peut résulter d'une marche forcée (70 ou 80 kilomètres par exemple), les facilités de la marche, du cantonnement et de l'alimentation doivent être sacrifiées aux nécessités de la concentration [1]. » La division détache une brigade en avant-garde et l'artillerie marche entre les deux brigades du gros, si ces brigades sont sur une seule route ; derrière l'une d'elles, si elles suivent deux routes parallèles. Une batterie est donnée à l'avant-garde dans le cas où l'on prévoit qu'elle aura à faire usage du canon pour renverser un obstacle.

Les Allemands placent en permanence une batterie à l'avant-garde, mais cette manière de voir n'a pas prévalu en France. Comme le dit le commandant de Job, « il est plus facile avec la cavalerie d'engager l'artillerie, que de la dégager, et l'emploi d'une batterie à l'avant-garde peut entraîner toute la division dans des opérations contraires aux idées de son chef [2] ». Cette éventualité ne sera pas à redouter si les trois batteries restent sous les ordres du commandant de l'artillerie.

Prise du dispositif de combat.

Aussitôt que l'ennemi est signalé en force à proximité de l'avant-garde, le général de division fait prendre aux

(1) Règlement sur les exercices de la cavalerie, titre IV, n° 574.
(2) Voir *Revue d'artillerie*, février 1882, t. XIX, p. 430.

Digitized by Google

brigades qu'il a sous la main, ainsi qu'à l'artillerie, un ordre préparatoire de combat; puis, accompagné du commandant de l'artillerie, il se rend à l'avant-garde pour juger la situation et prendre ses résolutions.

Dans le dispositif normal de la division sur trois lignes en échelons, l'artillerie formée en masse est placée à 150 mètres derrière le centre de la première ligne. Cette distance peut être réduite à 50 mètres si l'artillerie est manœuvrière, c'est-à-dire si les batteries savent évoluer de manière à ne pas gêner, le cas échéant, les mouvements rétrogrades de la première ligne. C'est au moment de la formation que les batteries prennent leurs dispositions préparatoires de combat, si elles ne l'ont pas fait au départ. Chacune d'elles ne conserve que ses pièces et les deux caissons d'une section; les autres voitures marchent réunies en arrière, plus ou moins loin de la division, sous la conduite d'un officier ou d'un adjudant. Elles se maintiennent autant que possible sur les routes.

Marche vers la position.

Le général de division, avant de revenir au gros, donne ses instructions au commandant de l'artillerie ; il lui indique le terrain sur lequel les batteries doivent prendre position, et le moment où elles devront s'ébranler. Le chef d'escadron envoie son adjoint chercher les batteries et pendant ce temps il détermine exactement l'emplacement où il veut les installer; « c'est en principe à 300 ou 400 mètres en avant, et à 200 ou 300 mètres sur le côté non menacé de la première ligne » (1). Pour s'y rendre, les batteries font tête de colonne demi-à-gauche (*ou* demi-à-droite), partent à l'allure la plus rapide permise par le terrain, doublent la première ligne et prennent leurs intervalles sur la batterie de droite (*ou* de gauche). Le chef d'escadron, qui est sur la position, s'est placé de manière à marquer

(1) Règlement sur les exercices de la cavalerie, titre IV, n° 623.

Digitized by Google

l'aile intérieure de la future ligne de feu et, pour plus de certitude, il étend le bras du côté où doit avoir lieu le déploiement, en même temps qu'il maintient son cheval dans la direction de l'objectif. La batterie de droite (*ou* de gauche) se dirige sur un point situé à environ 50 mètres en arrière du chef d'escadron et fait, dans la direction du demi-à-droite (*ou* du demi-à-gauche), le mouvement *sur la droite* (ou *sur la gauche*) *en batterie;* c'est le moyen d'avoir des intervalles réguliers. Elle peut aussi faire *demi-à-droite* (ou *demi-à-gauche*) *en batterie;* ce mouvement amènera les six pièces en ligne sensiblement en même temps, mais, pour pouvoir l'exécuter, il est nécessaire, pendant la marche, de conserver 8 ou 10 mètres de distance entre les sections. La deuxième batterie dépasse la première et exécute sa mise en batterie; son capitaine commande *En batterie* quand les pelotons arrivent à hauteur des pièces de la batterie déjà formée. De même pour la troisième. Les batteries sont ainsi disposées par échelons, et chaque pièce pourra suivre l'ennemi par un déplacement de la crosse sans que les bouches à feu de l'aile intérieure gênent le tir de celles de l'aile opposée. Il sera bon que la direction du front de combat soit suffisamment oblique par rapport à la direction générale de l'attaque.

Dès que la première batterie exécute sa mise en batterie, le chef d'escadron se porte à hauteur de la droite (*ou* de la gauche) de la deuxième batterie, où les capitaines le rejoignent le plus rapidement possible ; il leur indique l'objectif et revient à l'aile intérieure de la ligne.

Il existe d'autres manières de prendre la position de batterie, mais celle que nous venons de rappeler paraît une des plus simples.

Choix de l'objectif.

Quand les batteries arrivent en position, la division est en mouvement et, parfois même, la première ligne se

Digitized by Google

trouve à hauteur de l'artillerie, si elle ne l'a déjà dépassée. Il est permis de supposer qu'à ce moment la cavalerie adverse sera déjà en vue. En effet, depuis l'instant où l'ennemi a été signalé jusqu'à celui de la mise en batterie, il s'est écoulé un temps que la cavalerie opposée, étant donné qu'elle accepte la lutte, aura su mettre à profit aussi bien que la nôtre ; il en résulte qu'à l'ouverture du feu les batteries trouveront devant elles l'artillerie ennemie et tout au moins les têtes de colonne de sa cavalerie.

Le colonel von Schell estime qu'au début l'artillerie ennemie sera seule en vue et formera le seul et unique but à battre. Il en conclut que l'action commencera par une lutte d'artillerie ; il prescrit ensuite de tirer sur la cavalerie, au moment où elle se montrera, en employant pour cela les deux batteries intérieures, la troisième continuant un tir fusant sur l'artillerie ennemie.

Le commandant de Job, qui admet que les deux artilleries se déploient à peu près ensemble, préconise la lutte d'artillerie au début et, comme le colonel von Schell, recommande de tirer sur la cavalerie dès qu'elle paraît. Il pense qu'une batterie ne suffira pas toujours pour continuer le tir contre l'artillerie, que deux seront quelquefois nécessaires et qu'il faudra, par suite, diriger le feu d'une batterie seulement contre la cavalerie.

Les prescriptions du Règlement ne laissent aucun doute sur la conduite à tenir : « L'artillerie prend d'abord pour objectif les troupes de l'ennemi. Au moment de la mêlée, elle tire sur les réserves, puis sur les batteries [1]. »

Si la cavalerie est en vue, il faut donc tirer sur elle ; si elle n'est pas en vue, il faudra la prendre pour unique objectif dès qu'elle paraîtra. Si, pendant que notre artillerie se réserve exclusivement pour la cavalerie ennemie, elle sert d'objectif à l'artillerie adverse, elle subira, il est vrai, des pertes considérables, malgré la très courte durée de

[1] Règlement sur les exercices de la cavalerie, titre IV, n° 621.

Digitized by Google

la lutte. Mais quel est le but du combat engagé? C'est de culbuter les troupes ennemies. C'est la cavalerie qui est l'arme principale; c'est son triomphe ou sa défaite qui feront de la journée un succès ou un revers, et, quel que soit le sort des batteries, la journée sera bonne si les cavaliers ennemis sont en fuite. L'artillerie serait-elle même complètement réduite au silence, ce qui paraît difficilement compatible avec la rapidité de l'action engagée, que la situation sera encore acceptable si, avant de succomber, elle a pu, non seulement envoyer quelques obus dans les escadrons de la cavalerie opposée, mais encore attirer sur elle les projectiles ennemis. Si jamais artillerie eut un rôle de sacrifice, c'est bien celle de la cavalerie indépendante; les batteries doivent en prendre leur parti et tirer sur les troupes ennemies toutes les fois qu'elles le peuvent, quelle que soit la situation périlleuse dans laquelle ce rôle les place.

Rôle de l'artillerie pendant le combat.

L'artillerie tirera donc sur la cavalerie ennemie si celle-ci est en vue. Pendant combien de temps ce tir pourra-t-il être exécuté? Il est admis aujourd'hui que, dans le principe, les deux premières lignes opposées seront à environ 2000 mètres l'une de l'autre, et l'expérience des manœuvres qui ont eu lieu depuis une dizaine d'années confirme cette manière de voir. Dans ces manœuvres, la distance du début ne paraît pas avoir dépassé 2400 mètres et ce n'est que dans des cas particuliers, surprise, terrain défavorable, que cette distance est descendue à 1200 ou 1500 mètres.

En admettant que les deux lignes adverses parcourent chacune la moitié de la distance qui les sépare, c'est 1200 mètres au plus que nos cavaliers auront à franchir, ce qui correspond sensiblement à 3 minutes et demie de trot (840 mètres), 1 minute de galop (340 mètres), plus les

Digitized by Google

quelques secondes de la durée du galop de charge (60 ou 80 mètres), c'est-à-dire moins de 5 minutes en tout.

Afin de ne pas atteindre sa propre cavalerie, l'artillerie est obligée de cesser son feu lorsque la première ligne ennemie est à 300 mètres environ de la première ligne amie, ce qui réduit approximativement à 4 minutes le temps laissé pour canonner la brigade d'attaque. Sur cette durée il y aura souvent encore à prendre le temps nécessaire à tirer le premier coup de canon, temps que l'on peut évaluer au bas mot à une minute. Les expériences faites au Cours pratique de tir ne donnent pour ce temps que 45 ou 50 secondes ; mais, dans ces tirs, les hommes connaissaient d'avance l'objectif ou, tout au moins, cet objectif sautait aux yeux dès l'arrivée sur la position ; or, de toutes les opérations constituant la mise en batterie et l'ouverture du feu, la désignation précise de l'objectif est la plus longue.

Ce qui se dégage de ces chiffres, c'est que les batteries devront partir le plus tôt possible pour gagner leur emplacement et que, dans les manœuvres où tout se passe généralement plus vite qu'à la guerre, elles ne devront pas craindre de partir avant le moment réel. Dès que le commandant de l'artillerie sait que le général est décidé à attaquer, il ne doit plus avoir d'autre préoccupation que de faire arriver son monde sur le terrain avec la plus grande rapidité possible, de manière à pouvoir utiliser entièrement les courts instants laissés à sa disposition.

A partir du moment où l'artillerie est disposée pour le combat, elle reste abandonnée à elle-même et son commandant prend part à l'action d'après ses inspirations. « Il observe attentivement les péripéties de la lutte et se tient prêt à porter ses batteries partout où il peut concourir à l'action d'ensemble [1].. » Il ne recevra vraisemblablement plus d'ordres pour le guider dans l'accomplissement de sa délicate mission.

---

[1] Règlement sur les exercices de la cavalerie, titre IV, n° 621.

Digitized by Google

La poursuite, s'il y a lieu, se fait en échelons. Les mouvements sont exécutés à toute bride de manière à atteindre des positions de flanc d'où l'on puisse empêcher l'ennemi de se rassembler. C'est l'artillerie, surtout quand les réserves ont donné, qui seule peut transformer la retraite en déroute et principalement quand l'ennemi, en se retirant, aura des défilés à franchir.

Si le combat prend une tournure défavorable, l'artillerie ne doit pas, de longtemps du moins, songer à se porter en arrière ; elle doit rester inébranlable, dût-elle succomber. Ce sont les subdivisions encore intactes de la troisième ligne ennemie qui, en intervenant, peuvent changer en déroute la retraite peut-être momentanée de notre cavalerie ; aussi, dès qu'il est possible de discerner nettement ces subdivisions, ce sont elles qu'il faut prendre pour objectif. Si ces réserves, en entrant en action, parviennent à rendre notre défaite définitive, l'artillerie courra grand risque d'être enlevée. Et si, malheureusement, la mêlée a lieu de telle sorte que nos cavaliers, battus et poursuivis, refluent vers nos pièces, la situation deviendra des plus difficiles. Le colonel von Schell donne, dans ce cas, l'épouvantable remède de tirer dans le tas qui se roule devant les pièces. En agissant ainsi, dit-il, on garde un faible espoir de débrouiller le tas, de forcer l'ennemi à lâcher prise et même de l'obliger à s'arrêter. Ce dernier résultat devrait-il être sûrement atteint, que nous doutons fort qu'aucun artilleur français se laisse jamais aller à cet effroyable expédient. Quand la tourmente se sera dispersée, si l'artillerie n'a pas été faite prisonnière, elle reprendra son tir sur les réserves ennemies ou sur l'artillerie. Si la bataille est définitivement perdue, elle amènera les avant-trains pour essayer de se retirer.

Quand, après une attaque manquée, le général, ayant gardé sa troisième ligne intacte, donne le signal de la retraite, l'artillerie se retire par échelons. S'il faut traverser un défilé, un échelon reste en deçà du passage, pour tâcher,

Digitized by Google

coûte que coûte, de sauver la cavalerie ; il ne passe le défilé qu'un peu avant les deux escadrons chargés de couvrir la retraite de la brigade d'arrière-garde.

Procédés de tir.

La difficulté d'atteindre un but aussi mobile qu'une troupe de cavalerie aux allures vives et le peu de temps laissé à l'artillerie pour exécuter ses feux, ont fait renoncer, en France du moins, pour ce cas particulier, aux règles de tir ordinaires. On a jugé nécessaire d'imaginer un procédé dans lequel le réglage fût à peu près supprimé, l'efficacité du tir dût-elle en souffrir. Le Manuel de tir consacre ce procédé qui est devenu réglementaire.

Examinons les résultats qu'il nous permettra probablement d'obtenir.

Ainsi que nous l'avons rappelé précédemment, l'expérience des manœuvres semble indiquer que les batteries, dans le combat de cavalerie, n'auront guère que 3 ou 4 minutes pour canonner la première ligne ennemie. Or, une batterie ne peut tirer qu'une salve toutes les minutes, si l'on veut que cette salve soit réellement pointée. Dans les tirs exécutés à Bourges en 1882, lors de l'établissement de la méthode, les pointeurs de la batterie attachée au Cours pratique tiraient successivement 4 ou 5 salves bien pointées et espacées entre elles de 43 secondes en moyenne ; mais ces hommes, qui depuis deux ou trois ans tiraient journellement le canon 6 mois par an, avaient acquis une habileté qu'on ne retrouvera pas dans les corps de troupe. Une batterie à cheval de la garnison de Bourges, qui prit part aux expériences, arriva à tirer une salve toutes les 56 secondes ; lorsqu'elle descendit au-dessous de ce chiffre, il fut aisé de vérifier qu'une partie au moins des coups étaient mal pointés. Une batterie peu exercée prend de 1 minute et demie à 2 minutes ; mais est-il vraisemblable que les batteries à cheval qui iront au feu ne soient pas

Digitized by Google

exercées ? On peut admettre que toutes posséderont la vitesse de tir d'une salve par minute.

Chaque batterie, n'ayant que 3 ou 4 minutes à sa disposition, tirera donc 3 salves ; ce chiffre se trouve, d'ailleurs, reproduit dans la plupart des travaux écrits sur la question. Ces trois salves par batterie en donnent 9, ou 54 coups, pour les trois batteries. En se rappelant que, de la première à la troisième section, l'échelonnement des hausses est de 200 mètres, et qu'un projectile est efficace jusqu'à 100 mètres de son point d'éclatement, on en conclut que 1/3 seulement de ces 54 coups, soient 18, seront bons (1). Si la cavalerie s'ébranle trop tôt, si la bonne hausse n'a pas été obtenue à la première salve, si la fumée vient à masquer le tir d'une ou deux batteries, si la cavalerie ennemie disparaît momentanément dans un pli de terrain, si le personnel souffre du feu de l'artillerie ennemie, s'il se produit enfin de ces incidents qu'on ne saurait prévoir et qui pourront paralyser le tir d'une ou plusieurs pièces, ces 18 coups se réduiront peut-être à 9, peut-être à moins encore ; d'aucuns même estiment que, souvent, aucun projectile n'aura chance d'être envoyé dans la ligne ennemie.

La situation est assez difficile pour que les opinions les plus pessimistes puissent être défendues et, en résumé, on est en droit de penser que, dans le cas de la rencontre de deux divisions, la règle de tir ne fournira pas, même à un personnel exercé, le moyen d'obtenir sûrement un feu suffisamment efficace.

Les Allemands ont un procédé tout différent. Ils sont, d'ailleurs, peu partisans du tir par salve, que certains de leurs écrivains militaires dénomment « ce tir cher aux Français ».

La méthode allemande (2) consiste « à encadrer la première ligne ennemie entre deux coups différant de

(1) Tir contre une ligne de cavalerie. — Avis du comité, mars 1883.

(2) *Le Tir de l'artillerie de campagne*, par le major Rohne; traduction du capitaine Bodenhorst. — Tir sur un but marchant vers la batterie, p. 119.

Digitized by Google

400 mètres, à tirer lentement avec la hausse courte de cette fourchette, puis, dès qu'un coup indique que le but est entré dans la zone de dispersion, à exécuter un feu rapide avec les pièces chargées. On diminue ensuite la hausse de 400 mètres et on recommence. Le tir ayant lieu, en chiffres ronds, entre 1 000 et 2 000 mètres, la distance moyenne est de 1 500 mètres. Les tables de tir donnent, à cette distance, 21 mètres pour le double écart probable et 28 mètres pour la zone dangereuse, en tout 50 mètres en nombre rond pour la zone dangereuse proprement dite; la cavalerie au trot parcourra ces 50 mètres en 12^{sec}; comme dans le tir rapide on ne peut tirer qu'un coup toutes les 6 ou 8^{sec}, on aura donc au maximum deux coups à redouter. » La fourchette étant de 400 mètres, il ne sera possible entre 1 000 et 2 000 mètres que d'exécuter au plus trois de ces tirs rapides, chaque batterie donnera par conséquent 6 coups dangereux, soit 18 pour les trois batteries. La méthode allemande, telle qu'elle est exposée par le major Rohne, ne fournira donc, elle aussi, dans les cas favorables, que 18 coups bons, nombre qui pourra être réduit par les incidents signalés plus haut.

Choix du projectile.

Le major Rohne (1) reconnaît que le nombre des coups efficaces est par trop restreint et il recommande de substituer au tir à obus le tir à shrapnels.

Dans ce cas, on tire à obus avec la hausse courte de la fourchette jusqu'à ce que l'on ait obtenu un coup efficace; on exécute alors un feu rapide avec les pièces prêtes et on passe au tir à shrapnels en diminuant la hausse de 500 mètres. Le tir à shrapnels serait plus meurtrier que le tir à obus; mais est-il bien praticable? Le colonel von Schell ne le croit pas, estimant que ce tir est trop compliqué, que les retards qu'il amène dans le feu sont incom-

(1) *Le Tir de l'artillerie de campagne*, par le major Rohne, p. 121.

Digitized by Google

patibles avec toute rapidité du tir et qu'enfin l'effet moral de l'obus est plus grand que celui du shrapnel. Toute réserve faite sur ce dernier argument, qui nous paraît sujet à controverse, les raisons du colonel von Schell sont aussi bonnes en France qu'en Allemagne.

Peut-être pourrait on marquer à l'avance d'une façon très apparente et distincte pour chacun, les évents correspondants à la hausse fixe de 1 100 mètres augmentée de la valeur de 1, 2, 3 et 4 tours de manivelle. Lorsqu'un coup a été bon, le suivant devant être tiré avec un tour plus près, le débouchage pourrait à la rigueur être effectué à temps; mais les erreurs seraient fréquentes. Les commandants de batterie éprouvent déjà des difficultés à l'école à feu, avec des buts généralement connus, pour faire exécuter à la fois correctement et très rapidement les prescriptions de la méthode; on peut donc supposer qu'à la guerre ils n'arriveront que tout juste au résultat désiré et que dès lors il serait imprudent de compliquer davantage leur besogne. Le tir fusant doit par conséquent être réservé pour la lutte contre l'artillerie. Ce point paraît, du reste, généralement admis aujourd'hui.

Inefficacité du tir de l'artillerie.

Si l'on s'en rapporte aux indications, non absolues, il est vrai, du Règlement de cavalerie relativement à la façon dont deux divisions arriveront au choc, et qu'on examine ensuite le matériel existant et les règles établies pour le tir contre une ligne de cavalerie, on peut en conclure que la question de l'emploi de l'artillerie dans le combat de la division n'est pas résolue par les règlements de manière à faire produire à l'artillerie tout son effet.

La cavalerie se rend bien compte que ses batteries ne lui apporteront qu'un concours matériel relativement peu efficace; mais elle n'attache pas à ce concours matériel une grande importance. Beaucoup d'officiers pensent, en effet,

Digitized by Google

que, dans ce cas, l'artillerie a surtout un effet moral à produire. Ils savent qu'ils auront plus de facilité pour enlever leurs escadrons quand les hommes entendront le canon gronder à leurs côtés et ils s'en tiennent à ce résultat. Cette opinion est, d'ailleurs, si répandue dans la cavalerie, et l'effet moral des pièces y est si apprécié, même aux dépens de leur effet matériel, que le Règlement donne la prescription suivante : « Pour hâter l'intervention de l'artillerie, il est nécessaire que les batteries, et *même les sections*, ouvrent le feu successivement dès qu'elles sont en batterie (1). » Les coups tirés par les sections ouvrant isolément leur feu peuvent être considérés comme perdus. Mais on est allé plus loin encore ou, pour mieux dire, on a été plus explicite, et c'est avec l'approbation de bon nombre d'officiers de cavalerie qu'on a pu écrire dans la *Nouvelle Revue :* « Il faut tirer, tirer en toute hâte, tirer le premier, fût-ce en l'air, fût-ce à poudre. » S'il y a là une exagération outrée, il faut cependant savoir en tenir compte. Ce que nous devons en retenir, c'est que, dans le cas de la rencontre de deux divisions, la cavalerie française compte sur l'effet moral de l'artillerie, mais qu'elle compte peu sur ses effets matériels. La cause de l'infériorité relative de l'artillerie, dans cette circonstance, tient au peu de temps qui lui est laissé pour exécuter ses feux, et cette insuffisance de temps n'est pas compensée par la rapidité des procédés indiqués pour ce cas particulier.

Des moyens d'accroître les effets de l'artillerie.

Changement dans la tactique de combat.

Voyons maintenant si la cavalerie, sans nuire à l'action de ses escadrons, ne pourrait pas, au point de vue tactique, faire la part plus belle à son artillerie.

Quand les batteries reçoivent l'ordre d'aller prendre

(1) Règlement sur les exercices de la cavalerie, titre IV, n° 621.

Digitized by Google

position, elles déboîtent, se portent en avant et sur le côté, tandis que la cavalerie marche droit devant elle ; c'est l'artillerie, la moins rapide des deux armes, qui dans un temps donné a le plus de chemin à parcourir. Ne serait-il pas possible de renverser les rôles en lançant les batteries droit devant elles et faisant exécuter à la cavalerie les mouvements obliques imposés jusqu'ici à l'artillerie ? Il est inutile de faire ressortir tout ce que cette manière d'opérer a d'avantageux pour l'artillerie qui n'a plus qu'à se porter simplement en avant dans la direction de l'ennemi. Si ce dernier continue sa route en ligne directe, il marchera sur les batteries ; rien ne peut être plus favorable au succès de notre cavalerie, puisqu'elle aura à prendre en flanc une ligne ébranlée de front par le feu de 18 pièces. Aussi, pour employer l'expression du colonel von Schell, la cavalerie ennemie ne commettra très probablement pas une pareille bévue, et, obéissant d'ailleurs à cet effet attractif que les masses de cavalerie exercent les unes sur les autres, elle obliquera à son tour pour faire face à nos escadrons. Les deux divisions seront donc à peu près dans la même position relative que si elles avaient marché, au début, droit devant elles ; la cavalerie n'aura rien perdu et l'artillerie pourra canonner plus longtemps la première ligne ennemie.

La cavalerie française n'admet pas, jusqu'à présent du moins, cette interversion des rôles, interversion qui en apparence semble subordonner l'action de la cavalerie à celle de l'artillerie. Le Règlement, cependant, ne s'y oppose pas ; en traçant le rôle de la première ligne, il prescrit au commandant de cette ligne de « discerner le point qu'il doit attaquer et de manœuvrer pour l'atteindre [1] » ; quant à la deuxième ligne, elle doit seconder l'action de la première. Une marche oblique, au début, sortirait-elle de ce programme ?

---

[1] Règlement sur les exercices de la cavalerie, titre IV, n° 582.

Digitized by Google

Et, passant à un autre ordre d'idées, puisque l'artillerie a un certain effet moral sur les cavaliers, qu'il nous soit permis de croire que rien ne contribuerait à accentuer cette bonne impression comme une marche directe de l'artillerie pendant les préliminaires du combat. Si, en effet, au lieu de porter les batteries au loin, de les séparer pour ainsi dire de la division au moment de l'action, de leur faire perdre un temps précieux pour parcourir, avec un matériel un peu lourd, un ou deux kilomètres dans des terrains parfois difficiles, si, disons-nous, au lieu de leur faire exécuter ces mouvements compliqués, on les lance droit devant elles en leur faisant traverser les intervalles de la première ligne (qui est en ligne de masses), la cavalerie ne peut être que très favorablement impressionnée par le passage à travers les escadrons de cette artillerie qui paraît désireuse de la devancer au combat. L'effet moral produit sera plus considérable encore, si les officiers d'artillerie savent dresser leur personnel de manière que ce mouvement s'exécute sans à-coup, sans précipitation, au trot allongé ou au galop, avec le même calme que sur le terrain de manœuvres. Dès que la première ligne sera dépassée, l'artillerie prendra le galop allongé et exécutera une mise en batterie rapide, suivie d'un feu vif. Lorsque le canon tonnera devant elle, la division s'ébranlera et atteindra en trois ou quatre minutes le nouveau front de combat. L'artillerie aura eu 7 ou 8 minutes au lieu de 4 ou 5 pour canonner l'ennemi.

Modification à l'ordre de marche.

Le prince de Hohenlohe, dans sa vingtième lettre sur la cavalerie, déclare que l'artillerie doit canonner l'objectif avant l'attaque et qu'elle trouvera le temps pour le faire si, dès l'instant même où l'on aperçoit l'ennemi, elle est mise en batterie. Elle peut alors le canonner pendant le temps qu'il faudra à la division pour passer de la forma-

Digitized by Google

tion de marche à la formation de combat. Si, après cela, le moment de charger n'est pas encore venu, l'artillerie aura plus de temps encore pour préparer l'attaque par son feu.

Cette opinion du général de Hohenlohe ne lui est pas particulière, et ce n'est un mystère pour personne que le dispositif actuel de combat de la cavalerie n'est guère qu'un dispositif de manœuvre en ce qui concerne l'artillerie. Les choses se passeront, vraisemblablement, tout autrement à la guerre que dans les manœuvres, c'est-à-dire que les commandants de division tiendront beaucoup plus dans la réalité que dans les combats simulés à envoyer leurs batteries longtemps à l'avance canonner l'ennemi. Le gros de l'avant-garde n'attaque pas sans y être autorisé par le général de division et ce dernier, dès que l'ennemi est signalé, se rend à l'avant-garde pour examiner la situation. Comme le fait remarquer d'ailleurs le prince de Hohenlohe, le général, pendant sa reconnaissance, ne se porte pas à un endroit quelconque ; il gagne, autant que possible, un point dominant et c'est généralement en ce point qu'il est naturellement amené à placer son artillerie. Si alors, et bien avant que les ordres soient donnés aux généraux de brigade, le commandant de l'artillerie envoie chercher les batteries, il peut s'orienter, observer l'ennemi, le terrain, les distances, et se trouver en mesure d'établir ses pièces dès qu'elles arrivent. Lorsque les batteries auront lutté contre l'artillerie opposée, fouillé avec leurs projectiles les lieux couverts situés sur la ligne adverse, canonné les têtes de colonne de la cavalerie ennemie, la division entrera en action avec infiniment plus de chances de succès que si son artillerie la précède à peine de quelques minutes sur le lieu de la lutte.

Il serait peut-être préférable de faire ressortir, dans le Règlement, la conduite que tiendra l'artillerie dans la généralité des cas et d'insister sur son entrée en lice bien

Digitized by Google

avant l'apparition de la division sur le terrain du combat, que de laisser supposer qu'elle n'aura que 3 ou 4 minutes devant elle pour ébranler les lignes ennemies.

En tout cas, et afin de faciliter la rapidité de l'ouverture du feu, n'y aurait-il pas lieu de modifier l'ordre de marche de la division en ce qui touche l'artillerie? Il y a intérêt à porter celle-ci le plus près possible des têtes de colonne et il ne faut se laisser arrêter dans cette voie que par la crainte de compromettre sa sûreté. Ne pourrait-on la placer à la queue de l'avant-garde? Cette avant-garde est du tiers des forces de la division; la sûreté de la colonne est garantie par les éclaireurs, les flancs-gardes et les reconnaissances d'officiers; de plus, la distance entre les batteries et la tête du gros, distance qui irait toujours en diminuant pendant la marche, serait, en cas de nécessité, rapidement franchie par les escadrons de tête du gros. Les batteries ne seraient donc pas compromises dans cette situation. Elles marcheraient sous la conduite de leur chef d'escadron, que le général prendrait avec lui en se rendant à l'avant-garde, et seraient à portée de recevoir rapidement ses ordres.

Il serait inutile de jamais détacher une batterie à l'avant-garde; la batterie de tête en tiendrait lieu. Remarquons qu'on résoudrait ainsi, pour le cas de la division, et conformément aux indications données par M. le commandant de Job, cette difficile question du réglage des allures de deux troupes animées de vitesses différentes et marchant enchâssées l'une dans l'autre.

En somme, la position de l'artillerie à la queue de l'avant-garde dégage le gros de la colonne de cavalerie, permet la concentration constante de l'artillerie, sauf le cas d'une brigade détachée avec une batterie, donne au chef d'escadron la possibilité de marcher réellement avec son groupe, et facilite l'entrée en action de l'artillerie longtemps avant l'arrivée de la cavalerie sur le lieu même du combat.

Digitized by Google

L'artillerie doit tirer sur les troupes de l'ennemi.

Les règlements français, et particulièrement le Règlement sur le service en campagne du 10 juillet 1884, recommandent aux batteries de cavalerie de prendre pour objectif les troupes de l'adversaire de préférence à son artillerie. Les quantités considérables de projectiles qui peuvent être consommées dans les duels d'artillerie et la difficulté extrême qu'il y a, pour ces batteries, à se ravitailler suffisent à justifier cette prescription.

On peut, d'ailleurs, se rendre compte qu'en dehors du combat de cavalerie, seul cas étudié jusqu'ici, les conditions dans lesquelles l'artillerie exécutera ses feux l'amèneront aussi à réserver ses projectiles pour les troupes de l'ennemi.

Quand une division se porte en avant, les escadrons de découverte battent le terrain et la cavalerie repousse les petits groupes qui s'opposent à la marche des éclaireurs. Mais, quand les têtes de colonne viennent se heurter à des obstacles, tels qu'un défilé, une localité garnie de troupes, une gare et ses abords, une grosse ferme, il faut faire intervenir l'artillerie. Un obus bien envoyé éclaircit une situation plus rapidement que les mieux montés des éclaireurs : l'adversaire se retire ou montre son artillerie. Il faut, avant tout, que les détachements dont la marche a été entravée puissent reprendre leur mouvement en avant; pour cela, on dirige, autant que possible, le feu sur les troupes qui occupent l'obstacle, car ce sont elles, en définitive, qui sont cause de l'arrêt du mouvement. Pendant ce temps, la cavalerie cherche à dessiner des mouvements tournants, ou, s'ils sont impossibles, elle se prépare à attaquer avec des cavaliers à pied.

Au moment où une bataille s'engage, les divisions de cavalerie reçoivent l'ordre de dégager le front de l'armée et de se porter sur les flancs. Mais les généraux commandants ne doivent « laisser échapper aucune occasion

Digitized by Google

de jouer un rôle quelquefois capital, au milieu de l'action générale[1] ».

Ils peuvent avoir à exécuter, notamment, les diverses opérations suivantes :

« 1° Se porter sur les flancs et même sur les derrières de l'ennemi pour y produire avec des masses d'artillerie une action très efficace. »

Dans ces marches, qui sont à proprement parler des *raids,* l'artillerie, renforcée probablement par des batteries à cheval de l'artillerie de corps, sera l'arme principale. Qu'il s'agisse de pénétrer comme un coin dans le flanc ennemi, d'occuper solidement un point par où l'adversaire devra passer en cas de retraite, de l'assaillir sur ses derrières pour porter la panique jusque sur sa ligne de bataille et le couper en même temps, momentanément au moins, de ses communications : dans tous ces différents cas, ce sont les troupes de l'ennemi, l'infanterie principalement, qu'il faut chercher à ébranler. Si l'artillerie ennemie se montre, ce sera surtout pour permettre à son infanterie de se rallier, et c'est là ce qu'il faut empêcher en réservant le plus grand nombre de pièces possible pour le tir contre les troupes.

« 2° Précéder et appuyer toute manœuvre ayant pour but de déborder une aile de la ligne ennemie. »

L'artillerie peut avoir à attaquer les troupes chargées de la garde du flanc ennemi. Dans ce cas, si elle n'obtient pas de résultats immédiats, elle canonnera leur artillerie ou leurs abris, en attendant que l'infanterie arrive et pendant que la cavalerie exécutera un mouvement tournant. S'il ne s'agit que d'appuyer la manœuvre, la division se tient surtout prête à repousser toute attaque dirigée contre le flanc extérieur du corps qui exécute le mouvement tournant.

« 3° S'opposer à une manœuvre analogue de l'adversaire,

---

[1] Règlement sur les exercices de la cavalerie, titre IV, n° 644.

Digitized by Google

ou tout au moins la signaler et la retarder dans les limites des moyens disponibles. »

Si l'ennemi est précédé par sa cavalerie, c'est contre elle que l'artillerie dirigera ses efforts. Si c'est de l'infanterie appuyée par de l'artillerie qui se présente, il faut d'abord répondre à cette artillerie et, dès que les têtes de colonne de l'infanterie décèlent nettement leurs mouvements, les prendre pour objectif afin de les arrêter ou de les retarder dans leur marche.

« 4° Combattre résolûment toute offensive de la cavalerie ennemie. »

C'est le cas général du combat de cavalerie ; l'artillerie tire sur la cavalerie ennemie.

« 5° Remplir provisoirement les vides qui se produisent dans la ligne de bataille. »

L'artillerie fait converger ses feux avec ceux des corps voisins si le terrain qu'occupe la division s'y prête. Dans le cas d'une attaque, elle prend comme objectif l'infanterie de l'assaillant, car la cavalerie ne pourrait songer sérieusement à fournir des charges sur une infanterie que le canon n'aurait pas ébranlée.

« 6° Se porter au loin dans la direction que doivent suivre les corps ennemis dont on attend l'arrivée sur le champ de bataille, pour retarder leur apparition par tous les moyens possibles. »

C'est évidemment sur les têtes de colonnes de l'assaillant que les batteries doivent diriger leur tir, afin de ralentir tout au moins leur marche. C'est dans ce cas encore que la division devra se montrer hardie, manœuvrière, pour tâcher d'exécuter des attaques de flanc contre le corps ennemi, attaques qui pourront produire les plus grands résultats.

Armement de l'artillerie de cavalerie.

De cet exposé rapide il découle que, dans la bataille et dans le service d'exploration, aussi bien que dans les ren-

Digitized by Google

contres de cavalerie, l'artillerie aura pour devoir principal de tirer sur les troupes de l'ennemi; le tir contre l'artillerie ne viendra qu'en seconde ligne et le tir contre les obstacles occupera seulement le troisième rang. La cavalerie, frappée de cette obligation pour les batteries de prendre spécialement pour objectif le personnel de l'ennemi, a demandé parfois pour quel motif les groupes divisionnaires n'étaient pas armés d'engins particulièrement propres à ce genre de tir, de mitrailleuses, par exemple, puisque l'artillerie en possède. On a pu répondre que la mitrailleuse n'est pas acceptable, parce qu'elle ne permet pas le tir contre les obstacles, et qu'avec elle le réglage est souvent impraticable à cause de la difficulté d'observer le point de chute de projectiles de petit calibre et non explosibles. Mais l'idée de pourvoir les divisions de cavalerie d'une bouche à feu organisée surtout en vue du tir contre le personnel, c'est-à-dire permettant de lancer en peu de temps un nombre considérable de projectiles, mériterait d'être sérieusement examinée.

Les escadrons de cavalerie constituent un but d'une mobilité telle qu'il est impossible, avec notre matériel, nos procédés de tir et le mieux dressé des personnels, de continuer sur ce but, pendant plus de quelques secondes, un tir que l'on aura eu souvent beaucoup de peine à régler. On peut dire que l'opération du réglage est à recommencer, dans le procédé français après chaque salve bonne, dans le procédé allemand après chaque série de deux coups bons. La vitesse du tir ne permet pas de suivre un but et de le harceler sans cesse au moyen d'une série de projectiles assez rapprochés les uns des autres pour former, par leur ensemble, une sorte de jet continu. Et ce résultat, il ne faut pas songer à l'obtenir par une amélioration du matériel actuel ou par la découverte de quelque nouvelle méthode de tir; là n'est pas la voie à suivre. Contre un but parcourant de 4 à 9 mètres par seconde, il faut renoncer à toute manœuvre proprement

Digitized by Google

dite autour du canon ; il ne faut plus avoir de recul à subir. Un même homme, maniant la pièce à lui seul, doit pouvoir tenir constamment l'ennemi à l'extrémité de la ligne de mire et lui envoyer des projectiles pour ainsi dire sans interruption. Ce jet de projectiles, qui amène un réglage presque instantané, qui suit les mouvements de la cavalerie ennemie, s'attache à elle, s'infléchit avec elle et lui met, d'une façon continue, du monde hors de combat, ce jet de projectiles ne peut s'obtenir qu'avec des canons à tir rapide, comme ceux, par exemple, que la marine emploie sur support fixe. C'est donc une nouvelle artillerie de campagne à organiser. Peut-être un jour cette artillerie succédera-t-elle à l'artillerie actuelle tout entière dans les conditions où les canons rayés ont remplacé l'artillerie lisse, et nos successeurs assisteront alors, non à une modification du matériel, mais bien à une véritable révolution. Nous ne parlons ici que de l'artillerie des divisions de cavalerie ; c'est elle que nous désirons voir doter d'un canon à tir rapide donnant le moyen d'agir efficacement contre la cavalerie, tout en permettant la lutte d'artillerie et le tir contre les obstacles de peu d'importance, murs de clôture, par exemple.

Le matériel devrait, semble-t-il, avoir au moins la légèreté et la mobilité de notre ancien 4, qui n'a pas encore trouvé de successeur à ce double point de vue. Notre matériel de 80^{mil} est déjà lourd et, à travers champs, fatigue les chevaux.

Le canon de l'artillerie à cheval doit pouvoir tirer 10 coups par minute et être approvisionné à 300 coups au moins, ce qui fait 60 coups par coffre. En vue du tir contre les obstacles, il est nécessaire d'avoir un obus du poids de 3 kilogrammes environ, à moins que l'on ne trouve pour la charge intérieure un explosif qui permette de réduire le poids du projectile en donnant les mêmes effets d'éclatement ; cette amélioration donnerait encore très probablement la possibilité d'augmenter le nombre de coups du

Digitized by Google

coffre. La pièce aura un obus ordinaire, un obus à balles armé de la fusée à double effet et une boîte à mitraille. Enfin, et c'est là le point le plus délicat, l'affût doit emmagasiner tout le recul. La marine a pu résoudre facilement le problème en plaçant son canon-revolver sur un support fixé à demeure ; mais, sur un navire, on emporte le sol avec soi. Pour un affût de campagne, la question est complexe et c'est de ce côté qu'il y a lieu de diriger les études.

M. Nordenfelt a construit un canon de campagne que la *Revue* a décrit (1). Ce canon, qui pèse 203 kilogrammes, lance, à raison de 25 coups par minute, un projectile de 1360 grammes avec la vitesse de 412 mètres ; il permet de tirer l'obus ordinaire, l'obus à balles et la boîte à mitraille, et son affût n'accuse aucun recul. L'avant-train porte 180 coups. Cette pièce pourrait servir pour le tir contre la cavalerie et peut-être même contre l'artillerie ; mais elle ne donne pas de résultats contre les obstacles.

Le canon à tir rapide de 57^{mil}, que Hotchkiss a organisé pour la guerre de campagne, pèse 350 kilogrammes et tire, à raison de 10 à 12 coups par minute, avec la vitesse de 560 mètres, un obus ordinaire et un obus de rupture pesant l'un et l'autre $2^{kg},720$. La boîte à mitraille pèse $3^{kg},400$ et renferme 105 balles. L'avant-train porte 50 coups. Si l'on pouvait adapter à ce canon un affût sans recul, il mériterait d'être sérieusement étudié, dût-on diminuer la vitesse initiale pour faciliter l'organisation du système de la pièce et de son affût.

Le général italien Cavalli (2) a soutenu pendant toute sa vie cette idée que « l'artillerie doit trouver sa plus parfaite expression dans le *maximum de mobilité* joint à une puissance suffisante ».

Convaincu que les systèmes à quatre roues ne permet-

(1) Voir *Revue d'artillerie*, août 1883, t. XXII, p. 408 ; canon de 47^{mil} léger.

(2) Voir *Giornale di Artiglieria e Genio*, août 1880 : *Le général Cavalli, sa vie et ses œuvres*, par le capitaine d'artillerie Allason, p. 893. *Description d'une artillerie légère à deux roues.* — *Rivista di Artiglieria e Genio*, mai 1885, p. 235 : *Les conditions de l'artillerie de campagne en face de l'infanterie*, par le même.

Digitized by Google

tent pas d'augmenter la mobilité dans la mesure nécessaire, il proposa, dès 1837, une artillerie légère à deux roues, dite artillerie *Stanhope*. Le canon était monté sur l'essieu d'une voiture à deux roues, traînée par un seul attelage ; on pouvait tirer sans dételer.

Cavalli apporta à diverses reprises d'importants perfectionnements à son matériel ; ainsi, dans son dernier projet, la pièce se chargeait par la culasse et était munie d'un percuteur s'armant automatiquement. Le service était fait par un seul homme assis en permanence sur la voiture et à portée de la culasse, ayant sous la main les munitions mises sous forme de cartouches.

Les expériences qui ont été faites à diverses époques ont donné des résultats généralement satisfaisants ; mais des questions d'opportunité ont empêché de les poursuivre sur une grande échelle.

Une artillerie aussi légère aurait de très sérieux avantages : extrême mobilité, possibilité d'apparaître à l'improviste en des points déterminés de la ligne de bataille, ouverture du feu dès l'arrivée sur le terrain ; facilité pour s'éclipser rapidement d'un point et aller reparaître à un autre, de manière à ne pas permettre à l'ennemi de régler son tir ; changer de front, se disséminer, se concentrer très facilement.

Pour nous, qui ne nous préoccupons en ce moment que des divisions de cavalerie, nous pensons qu'une artillerie de ce genre leur rendrait les plus grands services. Ces voitures à deux roues et à un seul attelage, qui ne connaîtraient plus de tournants difficiles, seraient aussi mobiles et aussi souples que la cavalerie. Nos batteries, qui tiennent à honneur de passer partout, obtiendraient le plus souvent ce résultat avec moins d'efforts pour les chevaux et moins de fatigue pour le matériel. Les changements de position pendant le combat, que le commandant de l'artillerie a le redoutable honneur d'ordonner d'après ses seules inspirations, deviendraient plus facilement praticables. On peut se demander enfin quel effet moral pro-

Digitized by Google

duirait sur les troupes de cavalerie ce canon qui, à des intervalles de temps très rapprochés, se ferait entendre en des endroits relativement fort éloignés les uns des autres et qui, entre les mains d'artilleurs bien montés et entreprenants, constituerait une menace perpétuelle suspendue au flanc des escadrons.

Remplaçant l'artillerie à quatre roues actuelle par l'artillerie *Stanhope* et la pièce de 80^{mil} par un canon à tir rapide analogue au 57^{mil} de Hotchkiss, on aurait un matériel extrêmement mobile, particulièrement propre au tir contre la cavalerie et permettant le tir contre l'artillerie et contre les obstacles de peu d'importance. Une artillerie de ce genre mise à la disposition de nos divisions de cavalerie rendrait, au moment surtout des premières hostilités, des services de la plus haute importance. Aussi pensons-nous qu'il y aurait lieu d'entreprendre sans tarder des expériences dans cet ordre d'idées.

Conclusions.

En résumé :

Le dispositif de combat de la division ne sera probablement pas appliqué à la guerre en ce qui concerne l'artillerie. Les généraux de division tiendront vraisemblablement à canonner l'ennemi le plus efficacement possible avant d'engager leurs escadrons, et les batteries iront prendre position bien avant l'apparition de la cavalerie sur le terrain de la rencontre. Il serait bon, pour faciliter cette action, de placer l'artillerie à la queue de l'avant-garde ; sa sûreté n'y serait pas compromise ; elle serait toujours concentrée dans la main de son chef, que le général prendrait avec lui en se rendant à l'avant-garde ; il deviendrait inutile de détacher une batterie à l'avant-garde ; le gros de la colonne de cavalerie serait allégé ; enfin l'importante question du réglage des allures de deux armes différentes marchant dans une même colonne se trouverait du coup résolue pour ce cas particulier.

Digitized by Google

Il pourra se faire cependant que l'artillerie soit appelée à prendre sa place dans le dispositif de combat. Dans ce cas, il y aurait intérêt à la porter droit devant elle au moment de l'action, en lui faisant traverser les intervalles de la première ligne et la disposant en avant du front si le terrain le permet. La cavalerie exécuterait les mouvements obliques réservés jusqu'ici à l'artillerie. Les deux cavaleries se trouveraient à peu près dans la même situation, l'une par rapport à l'autre, que si elles avaient marché droit devant elles et l'artillerie pourrait canonner plus longtemps la première ligne ennemie. De plus, ce passage de l'artillerie à travers les escadrons de la brigade d'attaque, promptement suivi d'un feu rapide en avant du front de la division, produirait une impression favorable dans les rangs de la cavalerie.

L'armement des batteries de cavalerie devrait être un canon à tir rapide, mobile et au moins aussi léger que l'ancien 4, approvisionné à 1800 ou 2000 coups par batterie, la pièce pouvant tirer, à raison de 10 coups par minute, sur un affût sans recul, des projectiles de $2^{kg},800$ à 3 kg.: obus ordinaire, obus à balles, boîte à mitraille.

Cet engin, tout en fournissant le moyen de lutter contre l'artillerie et de renverser des obstacles peu importants, comme un mur de jardin, permettrait d'agir efficacement contre une cavalerie en mouvement. Il donne, en effet, la possibilité de faire succéder assez rapidement les projectiles les uns aux autres, pour que leur ensemble puisse être assimilé à un jet rigide dont le pointeur, maître de l'origine, dirige à son gré l'extrémité opposée sur le terrain de l'action. Il peut alors suivre, pas à pas dans leurs mouvements, tous les buts du champ de bataille, et cela quels que soient leur vitesse et leurs mouvements latéraux.

Peut-être cet armement pourrait-il être constitué au moyen d'une voiture légère à deux roues du système Cavalli aménagée pour le canon Hotchkiss de 57^{mil}.

A. Servière,
Capitaine d'artillerie.

Digitized by Google

SUR L'ÉTABLISSEMENT

DES

TABLES DU TIR VERTICAL

Nous extrayons de la *Rivista di Artiglieria e Genio* des tables publiées par M. le major Siacci, pour le calcul des éléments du tir vertical, en résumant les considérations dont le savant professeur de l'École de Turin fait précéder cette nouvelle forme donnée aux tables d'Otto (1).

Dans les expériences faites en vue de l'établissement des tables de tir sous les grands angles de projection, il n'est possible de mesurer, en dehors de ces angles, que les vitesses initiales, les portées et les durées de trajet. On peut calculer les angles de chute et les vitesses restantes d'après les tables du général Otto (2), en prenant pour coefficient de la résistance, supposée proportionnelle au carré de la vitesse, la valeur théorique donnée par les traités (3). Mais cette valeur théorique ne convient pas également à tous les projectiles, dont la forme peut varier beaucoup de l'un à l'autre ; et en effet, si l'on se sert de cette valeur pour calculer la vitesse initiale, la portée étant connue, ou pour calculer la portée, connaissant la

---

(1) *Tafeln für den Bombenwurf,* Berlin, 1842, traduites en français par Rieffel : *Tables balistiques générales pour le tir élevé,* Paris, Corréard, 1844.

(2) Siacci, *Corso di Balistica teorico-pratica,* 1er vol., p. 188, 2e vol., p. 306. Les tables données dans le 1er volume ont été réduites à cette forme par les soins du comte de Saint-Robert.

(3) Cette valeur théorique, en supposant la résistance sur l'unité de masse exprimée par qv^2, est, d'après les dernières expériences :

$$q = \frac{\delta}{\delta_0} 0{,}11 \frac{a^2}{p}.$$

($\delta_0 = 1{,}206$, δ poids du mètre cube d'air, a et p diamètre et poids du projectile en mètres et en kilogrammes.)

Digitized by Google

vitesse initiale, on trouve des valeurs assez différentes de celles données par le tir. Si l'on borne l'emploi des tables d'Otto au calcul des angles de chute, des vitesses restantes et des durées, une grande approximation n'est pas nécessaire, sans doute ; mais il est possible d'employer une méthode qui, sans être plus compliquée que l'autre, éloigne les causes d'erreur ci-dessus indiquées.

Les tables qui suivent donnent tout ce qui peut intéresser le tir, lorsque l'expérience a donné : l'angle de projection φ, la vitesse initiale V et la portée X, sans passer par la valeur de q. La valeur exacte de ce coefficient peut être tirée de la valeur de $2q$X, ou de $\frac{qV^2}{g}$ qui correspond à la valeur de $\frac{V^2}{2gX}$. Cela constitue, d'un côté, une nouvelle manière d'étudier la résistance dans les tirs verticaux, et d'un autre côté, un moyen de calculer avec beaucoup d'approximation les portées correspondant à d'autres angles, sous lesquels on n'a pas tiré.

Quant au principe qui a présidé à cette nouvelle réduction des tables d'Otto, il suffit de remarquer que l'une des anciennes tables donnait les valeurs de $2q$X et de $\frac{qV^2}{g}$ (1). En divisant la seconde de ces quantités par la première, on a de suite une expression indépendante de q (2).

Au moyen des nouvelles tables, on peut calculer la *flèche* Y de la trajectoire ; cette quantité manquait dans la première réduction faite par M. de Saint-Robert. Les 7e et 8e colonnes, entièrement originales, permettent de calculer la réduction ΔX de la portée due à une variation ΔV de la vitesse initiale, ou à une variation $\Delta\delta$ du poids

(1) *Siacci*, 1er vol., p. 188.

(2) Nous avons donné moins d'extension aux tables publiées par M. Siacci en supprimant quelques colonnes qui ne sont pas absolument nécessaires :

$$\frac{qV_1^2}{g},\ T\sqrt{gq}$$

Digitized by Google

spécifique de l'air. Ces colonnes comblent une lacune qui, à notre avis, n'était pas sans importance.

En appelant $\Delta X'$ et $\Delta X''$ les variations de X dues aux variations de $\Delta\delta$ et ΔV, M. Siacci a établi les relations :

$$\frac{\Delta X'.\delta}{X.\Delta\delta} = \frac{1}{2}\frac{\Delta X''.V}{X.\Delta V} - 1,$$

$$\frac{\Delta X''.V}{X.\Delta V} = 2\frac{\operatorname{tang}\varphi}{\operatorname{tang}\omega}.$$

La première de ces formules est rigoureuse ; la seconde suppose les abaissements verticaux au-dessous de la ligne de projection inversement proportionnels aux carrés des vitesses initiales.

Notations.

φ, angle de projection,
X, portée,
V, vitesse initiale,
V_1, vitesse restante,
ω, angle de chute,
T, durée du trajet,
Y, flèche,
q, coefficient de la résistance de l'air sur l'unité de masse. La résistance est supposée proportionnelle au carré de la vitesse.

Emploi des tables.

1. — Au moyen des tables, trois des quantités précédentes étant données, y compris φ, on en déduira les cinq autres.

2. — Si le projectile n'a pas encore été tiré, on aura une valeur approchée de q par la formule :

$$q = \frac{\delta}{\delta_0} 0{,}11 \frac{a^2}{p} \text{ (1)}.$$

(1) Voir p. 431, note 3.

Digitized by Google

3. — Si le projectile a été tiré, et si l'on a mesuré la vitesse initiale et la portée, on calculera la valeur de $\frac{V^2}{2gX}$, et les tables donneront ω, V_1, T et Y.

4. — Si, dans les tirs d'expériences, le point de chute se trouve à une hauteur h par rapport à l'horizon de la pièce, et à une distance horizontale X', on calculera la véritable portée X par la formule :

$$X = X' \pm h \cot \omega',$$

ω' étant une valeur approchée de l'angle de chute déduite des tables au moyen de la valeur théorique de q et de $\frac{qV^2}{g}$, ou de la valeur expérimentale de $\frac{V^2}{2gX}$ en posant $X = X'$. La première manière sera plus courte et, en général, plus exacte.

5. — Si la portée obtenue dans le tir, corrigée comme ci-dessus, se rapporte à la densité δ et à la vitesse V, et si l'on veut les portées correspondant à la densité $\delta + \Delta\delta$, ou à la vitesse $V + \Delta V$, les corrections pourront être tirées des valeurs de :

$$\frac{\Delta X . \delta}{X . \Delta\delta} \quad \text{et} \quad \frac{\Delta X . V}{X . \Delta V}$$

correspondant à la valeur de $\frac{V^2}{2gX}$.

6. — Lorsque, du tir avec une charge donnée, on aura déduit la vitesse initiale V et quelques portées, si l'on veut, pour la même charge, les portées correspondant à d'autres angles de projection, après avoir fait les corrections indiquées aux §§ 4 et 5, on calculera par les tables les valeur de q (en passant par $\frac{V^2}{2gX}$, et $2qX$). Si ces valeurs sont très peu différentes, on en prendra la moyenne, et avec cette moyenne les tables donneront en regard de

Digitized by Google

$\frac{qV^2}{g}$ les nouvelles portées X (en passant par $2qX$), et ensuite ω, V, T et Y.

Si les valeurs de q, calculées à l'aide des données expérimentales, changent sensiblement avec les angles de projection, de la loi de variation il sera aisé de déduire les valeurs de q correspondant aux valeurs des angles φ sous lesquels on n'a pas tiré, et avec chaque valeur de q, on opérera ensuite comme il est dit plus haut [1].

Pour établir enfin la table de tir, il n'y aura qu'à traduire en diagrammes les valeurs calculées.

(*Traduit de l'Italien et résumé.*)

[1] Il faut remarquer que les grandes variations de q correspondent ordinairement aux petites charges et aux très grands angles. Elles sont, généralement, une marque d'inexactitude de la vitesse initiale, et quelquefois, de grandes irrégularités dans le mouvement du projectile.

Digitized by Google

$\varphi = 30°$.

$2qX$	$\frac{qV^2}{g}$	$\frac{V^2}{2gX}$	ω	$\frac{V_1}{V}$	$\frac{T\sqrt{g}}{\sqrt{X}}$	$\frac{\Delta X.\delta}{X.\Delta\delta}$	$\frac{\Delta X.V}{X.\Delta V}$	$\frac{Y}{X}$
0,00	0,000	0,577	30° — ′	1,000	1,075	0,000	2,00	0,141
	30	10	27	21	5	17	3	1
0,05	0,030	0,587	30 27	0,979	1,080	0,017	1,97	0,145
	30	11	27	21	5	17	4	2
0,10	0,060	0,598	30 54	0,958	1,085	0,034	1,93	0,147
	32	11	27	21	4	17	3	1
0,15	0,092	0,609	31 21	0,937	1,089	0,051	1,90	0,148
	32	11	26	21	5	17	4	1
0,20	0,124	0,620	31 47	0,916	1,094	0,068	1,86	0,149
	34	12	27	20	4	16	3	2
0,25	0,158	0,632	32 14	0,896	1,098	0,084	1,83	0,151
	35	12	26	19	5	15	3	1
0,30	0,193	0,644	32 40	0,877	1,103	0,099	1,80	0,152
	37	13	28	19	5	15	3	1
0,35	0,230	0,657	33 8	0,858	1,108	0,114	1,77	0,153
	38	13	27	18	4	15	3	1
0,40	0,268	0,670	33 35	0,840	1,112	0,129	1,74	0,154
	39	13	27	18	4	15	3	1
0,45	0,307	0,683	34 2	0,822	1,116	0,144	1,71	0,155
	41	13	27	17	5	15	3	2
0,50	0,348	0,696	34 29	0,805	1,121	0,159	1,68	0,157
	42	13	28	17	5	14	3	1
0,55	0,390	0,709	34 57	0,788	1,126	0,173	1,65	0,158
	44	14	27	16	5	14	2	1
0,60	0,434	0,723	35 24	0,772	1,131	0,187	1,63	0,159
	45	15	27	16	5	14	3	2
0,65	0,479	0,738	35 51	0,756	1,136	0,201	1,60	0,161
	48	15	28	16	5	14	3	1
0,70	0,527	0,753	36 19	0,740	1,141	0,215	1,57	0,162
	50	16	29	16	4	13	3	2
0,75	0,577	0,769	36 48	0,724	1,145	0,228	1,54	0,164
	51	16	28	15	4	13	2	1
0,80	0,628	0,785	37 16	0,709	1,149	0,241	1,52	0,165
	53	16	28	14	4	13	3	1
0,85	0,681	0,801	37 44	0,695	1,153	0,254	1,49	0,166
	55	17	29	14	5	13	2	2
0,90	0,736	0,818	38 13	0,681	1,158	0,267	1,47	0,168
	57	17	29	14	4	13	3	1
0,95	0,793	0,835	38 42	0,667	1,162	0,280	1,44	0,169
	60	18	29	14	5	12	3	2
1,00	0,853	0,853	39 11	0,653	1,167	0,292	1,41	0,171
	62	18	30	13	5	12	2	1
1,05	0,915	0,871	39 41	0,640	1,172	0,304	1,39	0,172
	64	19	29	13	4	12	2	2
1,10	0,979	0,890	40 10	0,627	1,176	0,316	1,37	0,174
	67	20	30	13	5	12	3	1
1,15	1,046	0,910	40 40	0,614	1,181	0,328	1,34	0,175
	70	20	30	12	5	12	2	2
1,20	1,116	0,930	41 10	0,602	1,186	0,340	1,32	0,177
	72	21	29	12	5	11	2	2
1,25	1,188	0,951	41 39	0,590	1,191	0,351	1,30	0,179
	76	22	30	12	4	11	2	2
1,30	1,264	0,973	42 9	0,578	1,195	0,362	1,28	0,181
	79	22	30	12	4	11	3	1
1,35	1,343	0,995	42 39	0,566	1,199	0,373	1,25	0,182
	82	23	31	12	4	11	2	1
1,40	1,425	1,018	43 10	0,554	1,203	0,384	1,23	0,183
	85	23	28	11	5	11	2	2
1,45	1,510	1,041	43 38	0,543	1,208	0,395	1,21	0,185
	89	25	29	10	4	10	2	1
1,50	1,599	1,066	44 7	0,533	1,212	0,405	1,19	0,186

Digitized by Google

$\varphi = 35°$.

$2qX$	$\frac{qV^2}{g}$	$\frac{V^2}{2gX}$	ω	$\frac{V_1}{V}$	$\frac{T\sqrt{g}}{\sqrt{X}}$	$\frac{\Delta.X\delta}{X.\Delta\delta}$	$\frac{\Delta X.V}{X.\Delta V}$	$\frac{Y}{X}$
0,00	0,000	0,532	35° — ′	1,000	1,183	0,000	2,00	0,175
	27	10	28	20	5	17	3	2
0,05	0,027	0,542	35 28	0,980	1,188	0,017	1,97	0,177
	28	10	28	20	5	17	4	1
0,10	0,055	0,552	35 56	0,960	1,193	0,034	1,93	0,178
	30	11	28	20	6	16	3	1
0,15	0,085	0,563	36 24	0,940	1,199	0,050	1,90	0,179
	30	11	28	19	5	16	3	2
0,20	0,115	0,574	36 52	0,921	1,204	0,066	1,87	0,181
	31	11	29	20	5	16	3	2
0,25	0,146	0,585	37 21	0,901	1,209	0,082	1,84	0,183
	33	11	30	19	5	17	4	1
0,30	0,179	0,596	37 51	0,882	1,214	0,099	1,80	0,184
	34	12	30	18	6	16	3	2
0,35	0,213	0,608	38 21	0,864	1,220	0,115	1,77	0,186
	35	12	30	18	5	16	3	1
0,40	0,248	0,620	38 51	0,846	1,225	0,131	1,74	0,187
	36	12	29	16	5	15	3	2
0,45	0,284	0,632	39 20	0,830	1,230	0,146	1,71	0,189
	38	13	30	16	5	15	3	2
0,50	0,322	0,645	39 50	0,814	1,235	0,161	1,68	0,191
	40	13	31	17	5	15	3	2
0,55	0,362	0,658	40 21	0,797	1,240	0,176	1,65	0,193
	41	14	30	16	5	14	3	2
0,60	0,403	0,672	40 51	0,781	1,245	0,190	1,62	0,195
	42	14	30	15	5	14	3	1
0,65	0,445	0,686	41 21	0,766	1,250	0,204	1,59	0,196
	44	14	30	15	5	14	3	2
0,70	0,489	0,700	41 51	0,751	1,255	0,218	1,56	0,198
	47	15	30	15	6	14	2	2
0,75	0,536	0,715	42 21	0,736	1,261	0,232	1,54	0,200
	49	16	31	16	5	14	3	1
0,80	0,585	0,731	42 52	0,720	1,266	0,246	1,51	0,201
	50	16	31	14	5	13	3	2
0,85	0,635	0,747	43 23	0,706	1,271	0,259	1,48	0,203
	51	15	30	14	5	13	2	2
0,90	0,686	0,762	43 53	0,692	1,276	0,272	1,46	0,205
	53	16	29	13	5	12	3	2
0,95	0,739	0,778	44 22	0,679	1,281	0,284	1,43	0,207
	56	17	31	14	5	13	2	1
1,00	0,795	0,795	44 53	0,665	1,286	0,297	1,41	0,208
	59	18	30	13	5	12	3	2
1,05	0,854	0,813	45 23	0,652	1,291	0,309	1,38	0,210
	61	18	31	13	5	12	2	2
1,10	0,915	0,831	45 54	0,639	1,296	0,321	1,36	0,212
	63	19	31	12	6	12	3	2
1,15	0,978	0,850	46 25	0,627	1,302	0,333	1,33	0,214
	67	21	31	12	6	12	2	2
1,20	1,045	0,871	46 56	0,615	1,308	0,345	1,31	0,216
	69	20	31	12	5	12	2	2
1,25	1,114	0,891	47 27	0,603	1,313	0,357	1,29	0,218
	71	21	30	12	5	11	3	1
1,30	1,185	0,912	47 57	0,591	1,318	0,368	1,26	0,219
	75	22	30	11	5	11	2	2
1,35	1,260	0,934	48 27	0,580	1,323	0,379	1,24	0,221
	78	22	31	11	5	11	2	2
1,40	1,338	0,956	48 58	0,569	1,328	0,390	1,22	0,223
	82	23	30	11	5	11	2	2
1,45	1,420	0,979	49 28	0,558	1,333	0,401	1,20	0,225
	85	24	31	11	5	11	2	2
1,50	1,505	1,003	49 59	0,547	1,338	0,412	1,18	0,227

Digitized by Google

$\varphi = 40°$.

$2qX$	$\frac{qV^2}{g}$	$\frac{V^2}{2gX}$	ω	$\frac{V_1}{V}$	$\frac{T\sqrt{g}}{\sqrt{X}}$	$\frac{\Delta X.\delta}{X.\Delta\delta}$	$\frac{\Delta X.V}{X.\Delta V}$	$\frac{Y}{X}$
0,00	0,000	0,508	40° — ′	1,000	1,295	0,000	2,00	0,210
	26	10	31	29	5	18	4	1
0,05	0,026	0,518	40 31	0,971	1,300	0,018	1,96	0,211
	27	10	31	19	5	18	3	2
0,10	0,053	0,528	41 2	0,952	1,305	0,036	1,93	0,213
	28	10	30	16	6	17	4	2
0,15	0,081	0,538	41 32	0,936	1,311	0,053	1,89	0,215
	29	11	31	17	6	17	3	2
0,20	0,110	0,549	42 3	0,919	1,317	0,070	1,86	0,217
	30	11	30	17	6	16	3	2
0,25	0,140	0,560	42 33	0,902	1,323	0,086	1,83	0,219
	31	11	30	17	6	16	3	2
0,30	0,171	0,571	43 3	0,885	1,329	0,102	1,80	0,221
	33	12	30	18	6	15	3	2
0,35	0,204	0,583	43 33	0,867	1,335	0,117	1,77	0,223
	34	12	31	17	5	16	4	2
0,40	0,238	0,595	44 4	0,850	1,340	0,133	1,73	0,225
	35	12	31	15	6	16	3	2
0,45	0,273	0,607	44 35	0,835	1,346	1,149	1,70	0,227
	36	11	31	16	6	15	3	2
0,50	0,309	0,618	45 6	0,819	1,352	0,164	1,67	0,229
	38	13	31	16	6	15	3	2
0,55	0,347	0,631	45 37	0,803	1,358	0,179	1,64	0,231
	40	14	31	15	6	14	3	3
0,60	0,387	0,645	46 8	0,788	1,364	0,193	1,61	0,234
	42	15	32	15	6	15	3	2
0,65	0,429	0,660	46 40	0,773	1,370	0,208	1,58	0,236
	43	14	32	15	6	15	3	2
0,70	0,472	0,674	47 12	0,758	1,376	0,223	1,55	0,238
	45	15	31	14	6	14	2	2
0,75	0,517	0,689	47 43	0,744	1,382	0,237	1,53	0,240
	47	16	32	15	6	14	4	2
0,80	0,564	0,705	48 15	0,729	1,388	0,251	1,49	0,242
	48	15	30	14	6	13	2	2
0,85	0,612	0,720	48 45	0,715	1,394	0,264	1,47	0,244
	51	17	31	14	6	13	2	2
0,90	0,663	0,737	49 16	0,701	1,400	0,277	1,45	0,246
	53	17	31	13	6	13	3	2
0,95	0,716	0,754	49 47	0,688	1,406	0,290	1,42	0,248
	55	17	31	12	5	13	3	3
1,00	0,771	0,771	50 18	0,676	1,411	0,303	1,39	0,251
	58	18	32	13	6	13	2	2
1,05	0,829	0,789	50 50	0,663	1,417	0,316	1,37	0,253
	60	19	30	12	6	13	3	2
1,10	0,889	0,808	51 20	0,651	1,423	0,329	1,34	0,255
	63	20	31	13	6	12	3	2
1,15	0,952	0,828	51 51	0,638	1,429	0,341	1,31	0,257
	66	20	30	12	6	12	2	3
1,20	1,018	0,848	52 21	0,626	1,435	0,353	1,29	0,260
	69	21	31	12	6	12	2	2
1,25	1,087	0,869	52 52	0,614	1,441	0,365	1,27	0,262
	71	22	30	11	6	12	2	2
1,30	1,158	0,891	53 22	0,603	1,447	0,377	1,25	0,264
	75	22	31	12	6	11	3	3
1,35	1,233	0,913	53 53	0,591	1,453	0,388	1,22	0,267
	78	23	29	11	6	11	2	2
1,40	1,311	0,936	54 22	0,580	1,459	0,399	1,20	0,269
	82	25	31	11	6	11	2	2
1,45	1,393	0,961	54 53	0,569	1,465	0,410	1,18	0,271
	85	24	29	11	5	10	2	2
1,50	1,478	0,985	55 22	0,558	1,470	0,420	1,16	0,273

Digitized by Google

$\varphi = 45°$.

$2qX$	$\frac{qV^2}{g}$	$\frac{V^2}{2gX}$	ω	$\frac{V_1}{V}$	$\frac{T\sqrt{g}}{\sqrt{X}}$	$\frac{\Delta X.\delta}{X.\Delta\delta}$	$\frac{\Delta X.V}{X.\Delta V}$	$\frac{Y}{X}$
0,00	0,000	0,500	45° — ′	1,000	1,414	0,000	2,00	0,250
	26	10	32	19	6	18	4	2
0,05	0,026	0,510	45 32	0,981	1,420	0,018	1,96	0,252
	26	10	31	18	6	18	3	2
0,10	0,052	0,520	46 3	0,963	1,426	0,036	1,93	0,254
	28	10	31	19	7	17	4	3
0,15	0,080	0,530	46 34	0,944	1,433	0,053	1,89	0,257
	28	11	31	18	6	17	3	2
0,20	0,108	0,541	47 5	0,926	1,439	0,070	1,86	0,259
	30	11	31	18	7	17	3	2
0,25	0,138	0,552	47 36	0,908	1,446	0,087	1,83	0,261
	31	12	32	17	7	17	4	2
0,30	0,169	0,564	48 8	0,891	1,453	0,104	1,79	0,263
	33	13	32	17	7	16	3	3
0,35	0,202	0,577	48 40	0,874	1,460	0,120	1,76	0,266
	34	13	32	16	7	17	3	2
0,40	0,236	0,590	49 12	0,858	1,467	0,137	1,73	0,268
	35	12	31	16	6	16	4	3
0,45	0,271	0,602	49 43	0,842	1,473	0,153	1,69	0,271
	37	14	32	16	7	15	3	3
0,50	0,308	0,616	50 15	0,826	1,480	0,168	1,66	0,274
	38	13	31	16	6	16	3	2
0,55	0,346	0,629	50 46	0,810	1,486	0,184	1,63	0,276
	40	14	32	16	6	15	3	3
0,60	0,386	0,643	51 18	0,794	1,492	0,199	1,60	0,279
	42	14	32	15	6	15	3	3
0,65	0,428	0,657	51 50	0,779	1,498	0,214	1,57	0,282
	43	16	30	15	7	15	3	3
0,70	0,471	0,673	52 20	0,764	1,505	0,229	1,54	0,285
	46	16	32	14	6	14	3	2
0,75	0,517	0,689	52 52	0,750	1,511	0,243	1,51	0,287
	47	16	31	14	7	14	3	2
0,80	0,564	0,705	53 23	0,736	1,518	0,257	1,48	0,289
	49	16	32	13	6	14	3	2
0,85	0,613	0,721	53 55	0,723	1,524	0,271	1,45	0,291
	52	17	30	13	7	14	3	3
0,90	0,665	0,738	54 25	0,710	1,531	0,285	1,42	0,294
	54	18	32	14	7	13	2	3
0,95	0,719	0,756	54 57	0,696	1,538	0,298	1,40	0,297
	57	19	30	13	7	13	3	3
1,00	0,776	0,775	55 27	0,683	1,545	0,311	1,37	0,300
	59	20	32	13	7	14	2	2
1,05	0,835	0,795	55 59	0,670	1,552	0,325	1,35	0,302
	62	20	30	12	7	13	3	3
1,10	0,897	0,815	56 29	0,658	1,559	0,338	1,32	0,305
	65	21	31	13	7	13	3	3
1,15	0,962	0,836	57 —	0,645	1,566	0,351	1,29	0,308
	68	22	30	12	7	12	2	3
1,20	1,030	0,858	57 30	0,633	1,573	0,363	1,27	0,311
	72	24	30	12	7	12	2	3
1,25	1,102	0,882	58 —	0,621	1,580	0,375	1,25	0,314
	74	23	29	11	6	12	2	3
1,30	1,176	0,905	58 29	0,610	1,586	0,387	1,23	0,317
	78	24	30	12	7	12	3	3
1,35	1,254	0,929	58 59	0,598	1,593	0,399	1,20	0,320
	82	25	29	11	7	12	3	3
1,40	1,336	0,954	59 28	0,587	1,600	0,411	1,17	0,323
	86	27	29	11	7	11	2	3
1,45	1,422	0,981	59 57	0,576	1,607	0,422	1,15	0,326
	90	27	29	11	6	11	2	3
1,50	1,512	1,008	60 26	0,565	1,613	0,433	1,13	0,329

Digitized by Google

$\varphi = 50°$.

$2gX$	$\frac{qV^2}{g}$		$\frac{V^2}{2gX}$		ω		$\frac{V_1}{V}$		$\frac{T\sqrt{g}}{\sqrt{X}}$		$\frac{\Delta X.\delta}{X.\Delta\delta}$		$\frac{\Delta X.V}{X.\Delta V}$		$\frac{Y}{X}$	
0,00	0,000	26	0,508	11	50° — ′	33	1,000	19	1,544	7	0,000	19	2,00	4	0,298	2
0,05	0,026	27	0,519	11	50 33	32	0,981	19	1,551	7	0,019	19	1,96	4	0,300	3
0,10	0,053	28	0,530	10	51 5	31	0,962	18	1,558	7	0,038	18	1,92	3	0,303	3
0,15	0,081	30	0,540	11	51 36	32	0,944	18	1,565	8	0,056	17	1,89	4	0,306	3
0,20	0,111	30	0,551	13	52 8	30	0,926	18	1,573	7	0,073	17	1,85	3	0,309	3
0,25	0,141	32	0,564	13	52 38	31	0,908	17	1,580	7	0,090	17	1,82	3	0,312	3
0,30	0,173	34	0,577	14	53 9	32	0,891	16	1,587	7	0,107	17	1,79	4	0,315	3
0,35	0,207	35	0,591	14	53 41	31	0,875	15	1,594	8	0,124	17	1,75	3	0,318	3
0,40	0,242	37	0,605	15	54 12	32	0,860	17	1,602	7	0,141	16	1,72	3	0,321	3
0,45	0,279	38	0,620	14	54 44	31	0,843	15	1,609	7	0,157	16	1,69	4	0,324	3
0,50	0,317	39	0,634	13	55 15	31	0,828	15	1,616	8	0,173	16	1,65	3	0,327	4
0,55	0,356	42	0,647	16	55 46	31	0,813	15	1,624	7	0,189	16	1,62	3	0,331	3
0,60	0,398	44	0,663	17	56 17	32	0,798	16	1,631	7	0,205	16	1,59	3	0,334	3
0,65	0,442	45	0,680	16	56 49	31	0,782	14	1,638	8	0,221	15	1,56	3	0,337	3
0,70	0,487	47	0,696	16	57 20	31	0,768	15	1,646	8	0,236	15	1,53	3	0,340	3
0,75	0,534	51	0,712	19	57 51	31	0,753	14	1,654	7	0,251	15	1,50	3	0,343	4
0,80	0,585	53	0,731	20	58 22	31	0,739	14	1,661	8	0,266	15	1,47	3	0,347	3
0,85	0,638	55	0,751	19	58 53	30	0,725	13	1,669	8	0,281	14	1,44	3	0,350	3
0,90	0,693	58	0,770	21	59 23	31	0,712	13	1,677	8	0,295	14	1,41	3	0,353	4
0,95	0,751	61	0,791	21	59 54	30	0,699	14	1,685	9	0,309	14	1,38	3	0,357	3
1,00	0,812	63	0,812	21	60 24	30	0,685	13	1,694	8	0,323	13	1,35	2	0,360	4
1,05	0,875	67	0,833	23	60 54	28	0,672	12	1,702	8	0,336	13	1,33	3	0,364	4
1,10	0,942	70	0,856	24	61 22	30	0,660	13	1,710	7	0,349	14	1,30	3	0,368	3
1,15	1,012	74	0,880	25	61 52	29	0,647	13	1,717	8	0,363	13	1,27	2	0,371	4
1,20	1,086	77	0,905	25	62 21	29	0,634	11	1,725	8	0,376	12	1,25	3	0,375	3
1,25	1,163	81	0,930	27	62 50	28	0,623	12	1,733	7	0,388	13	1,22	2	0,378	4
1,30	1,244	86	0,957	28	63 18	29	0,611	12	1,740	8	0,401	12	1,20	3	0,382	3
1,35	1,330	90	0,985	29	63 47	29	0,599	11	1,748	8	0,413	12	1,17	2	0,385	4
1,40	1,420	95	1,014	31	64 16	28	0,588	12	1,756	8	0,425	12	1,15	2	0,389	4
1,45	1,515	100	1,045	32	64 44	28	0,576	11	1,764	7	0,437	12	1,13	3	0,393	4
1,50	1,615		1,077		65 12		0,565		1,771		0,449		1,10		0,397	

Digitized by Google

$\varphi = 55°$.

$2gX$	$\frac{gV^2}{g}$		$\frac{V^2}{2gX}$		ω		$\frac{V_1}{V}$		$\frac{T\sqrt{g}}{\sqrt{X}}$		$\frac{\Delta X.\delta}{X.\Delta\delta}$		$\frac{\Delta X.V}{X.\Delta V}$		$\frac{X}{X}$	
0,00	0,000	27	0,532	14	55° — ′	32	1,000	19	1,690	6	0,000	20	2,00	4	0,357	3
0,05	0,027	29	0,546	14	55 32	32	0,981	18	1,696	7	0,020	19	1,96	4	0,360	4
0,10	0,056	30	0,560	13	56 4	32	0,963	18	1,703	8	0,039	19	1,92	4	0,364	4
0,15	0,086	31	0,573	12	56 36	31	0,945	17	1,711	9	0,058	19	1,88	3	0,368	4
0,20	0,117	32	0,585	11	57 7	31	0,928	17	1,720	8	0,077	18	1,85	4	0,372	3
0,25	0,149	34	0,596	14	57 38	31	0,911	17	1,728	9	0,095	18	1,81	4	0,375	4
0,30	0,183	36	0,610	16	58 9	31	0,894	16	1,737	9	0,113	18	1,77	3	0,379	4
0,35	0,219	38	0,626	16	58 40	31	0,878	17	1,746	8	0,131	17	1,74	4	0,383	4
0,40	0,257	39	0,642	16	59 11	31	0,861	16	1,754	9	0,148	17	1,70	3	0,387	4
0,45	0,296	41	0,658	16	59 42	30	0,845	16	1,763	9	0,165	17	1,67	3	0,391	4
0,50	0,337	43	0,674	17	60 12	30	0,829	16	1,772	9	0,182	17	1,64	4	0,395	4
0,55	0,380	46	0,691	19	60 42	30	0,813	15	1,781	10	0,199	16	1,60	3	0,399	4
0,60	0,426	48	0,710	19	61 12	30	0,798	15	1,791	9	0,215	16	1,57	3	0,403	4
0,65	0,474	50	0,729	20	61 42	30	0,783	15	1,800	9	0,231	16	1,54	3	0,407	3
0,70	0,524	53	0,749	20	62 12	30	0,768	15	1,809	8	0,247	16	1,51	4	0,410	4
0,75	0,577	55	0,769	21	62 42	29	0,753	14	1,817	9	0,263	16	1,47	3	0,414	4
0,80	0,632	58	0,790	22	63 11	30	0,739	14	1,826	9	0,279	15	1,44	3	0,418	4
0,85	0,690	62	0,812	24	63 41	29	0,725	15	1,835	10	0,294	15	1,41	3	0,422	5
0,90	0,752	65	0,836	24	64 10	29	0,710	14	1,845	9	0,309	14	1,38	3	0,427	4
0,95	0,817	69	0,860	26	64 39	29	0,696	14	1,854	10	0,323	15	1,35	3	0,431	5
1,00	0,886	72	0,886	26	65 8	29	0,682	13	1,864	9	0,338	15	1,32	3	0,436	5
1,05	0,958	76	0,912	28	65 37	29	0,669	13	1,873	8	0,353	14	1,29	2	0,441	4
1,10	1,034	80	0,940	29	66 6	28	0,656	12	1,881	9	0,367	14	1,27	3	0,445	5
1,15	1,114	85	0,969	30	66 34	27	0,644	13	1,890	9	0,381	13	1,24	3	0,450	5
1,20	1,199	89	0,999	31	67 1	27	0,631	13	1,899	10	0,394	13	1,21	2	0,455	4
1,25	1,288	94	1,030	33	67 28	27	0,618	13	1,909	10	0,407	14	1,19	3	0,459	5
1,30	1,382	100	1,063	35	67 55	27	0,605	13	1,919	9	0,421	13	1,16	2	0,464	4
1,35	1,482	106	1,098	36	68 22	27	0,592	13	1,928	9	0,434	13	1,14	3	0,468	5
1,40	1,588	112	1,134	38	68 49	26	0,579	12	1,937	10	0,447	12	1,11	3	0,473	5
1,45	1,700	119	1,172	41	69 15	26	0,567	12	1,947	9	0,459	12	1,08	3	0,478	5
1,50	1,819		1,213		69 41		0,555		1,956		0,471		1,05		0,483	

Digitized by Google

$\varphi = 60°$.

$2gX$	$\frac{qV^2}{g}$		$\frac{V^2}{2gX}$		ω		$\frac{V_1}{V}$		$\frac{T\sqrt{g}}{\sqrt{X}}$		$\frac{\Delta X.\delta}{X.\Delta\delta}$		$\frac{\Delta X.V}{X.\Delta V}$		$\frac{Y}{X}$	
0,00	0,000		0,577		60° — ′		1,000		1,861		0,000		2,00		0,433	
0,05	0,029	29	0,592	15	60 32	32	0,981	19	1,870	9	0,021	21	1,96	4	0,437	4
0,10	0,060	31	0,608	16	61 3	31	0,962	19	1,880	10	0,042	21	1,92	4	0,442	5
0,15	0,093	33	0,624	16	61 32	29	0,945	17	1,890	10	0,062	20	1,88	4	0,447	5
0,20	0,128	35	0,640	16	62 3	31	0,927	18	1,900	10	0,081	19	1,84	4	0,452	5
0,25	0,164	36	0,656	16	62 32	29	0,909	18	1,910	10	0,100	19	1,80	4	0,456	4
		38		17		31		18		10		19		4		5
0,30	0,202		0,673		63 3		0,891		1,920		0,119		1,76		0,461	
0,35	0,242	40	0,691	18	63 32	29	0,874	17	1,930	10	0,138	19	1,72	4	0,466	5
0,40	0,284	42	0,710	19	64 3	31	0,857	17	1,940	10	0,157	19	1,68	4	0,471	5
0,45	0,328	44	0,730	20	64 31	28	0,841	16	1,950	10	0,175	18	1,65	3	0,476	5
0,50	0,375	47	0,750	20	65 1	30	0,824	17	1,961	11	0,193	18	1,61	4	0,481	5
		49		21		29		16		10		18		3		6
0,55	0,424		0,771		65 30		0,808		1,971		0,211		1,58		0,487	
0,60	0,476	52	0,793	22	66 —	30	0,791	17	1,981	10	0,229	18	1,54	4	0,492	5
0,65	0,531	55	0,817	24	66 28	28	0,776	15	1,992	11	0,246	17	1,51	3	0,498	6
0,70	0,589	58	0,841	24	66 57	29	0,761	15	2,002	10	0,263	17	1,47	4	0,504	6
0,75	0,650	61	0,867	26	67 25	28	0,746	15	2,012	10	0,279	16	1,44	3	0,509	5
		65		27		28		16		11		17		3		5
0,80	0,715		0,894		67 53		0,730		2,023		0,296		1,41		0,514	
0,85	0,784	69	0,922	28	68 21	28	0,715	15	2,034	11	0,313	17	1,37	4	0,519	5
0,90	0,858	74	0,953	31	68 49	28	0,700	15	2,046	12	0,329	16	1,34	3	0,525	6
0,95	0,937	79	0,986	33	69 17	28	0,685	15	2,058	12	0,345	16	1,31	3	0,531	6
1,00	1,020	83	1,020	34	69 44	27	0,670	15	2,069	11	0,360	15	1,28	3	0,536	5
		87		34		27		15		11		15		3		6
1,05	1,107		1,054		70 11		0,655		2,080		0;375		1,25		0,542	
1,10	1,199	92	1,090	36	70 37	26	0,641	14	2,090	10	0,390	15	1,22	3	0,548	6
1,15	1,298	99	1,129	39	71 3	26	0,626	15	2,101	11	0,405	15	1,19	3	0,554	6
1,20	1,403	105	1,169	40	71 28	25	0,612	14	2,112	11	0,419	14	1,16	3	0,560	6
1,25	1,515	112	1,212	43	71 54	26	0,598	14	2,124	12	1,434	15	1,13	3	0,567	7
		118		44		25		14		11		14		3		6
1,30	1,633		1,256		72 19		0,584		2,135		0,448		1,10		0,573	
1,35	1,759	126	1,303	47	72 44	25	0,570	14	2,146	11	0,462	14	1,07	3	0,580	7
1,40	1,894	135	1,353	50	73 9	25	0,556	14	2,157	11	0,475	13	1,05	2	0,586	6
1,45	2,040	146	1,407	54	73 33	24	0,543	13	2,169	12	0,488	13	1,02	3	0,593	7

Digitized by Google

$\varphi = 65°$.

$2\gamma X$	$\frac{q V^2}{g}$	$\frac{V^2}{2g X}$	ω	$\frac{V_1}{V}$	$\frac{T\sqrt{g}}{\sqrt{X}}$	$\frac{\Delta X.\delta}{X.\Delta\delta}$	$\frac{\Delta X.V}{X.\Delta V}$	$\frac{Y}{X}$
0,00	0,000	0,648	65° — ′	1,000	2,071	0,000	2,00	0,536
	34	20	30	19	11	23	5	6
0,05	0,034	0,668	65 30	0,981	2,082	0,023	1,95	0,542
	35	21	30	20	11	22	4	6
0,10	0,069	0,689	66 —	0,961	2,093	0,045	1,91	0,548
	37	20	28	19	11	21	4	7
0,15	0,106	0,709	66 28	0,942	2,104	0,066	1,87	0,555
	40	21	29	20	12	22	4	6
0,20	0,146	0,730	66 57	0,922	2,116	0,088	1,83	0,561
	42	22	29	19	12	21	5	7
0,25	0,188	0,752	67 26	0,903	2,128	0,109	1,78	0,568
	45	23	29	19	12	21	4	6
0,30	0,233	0,775	67 55	0,884	2,140	0,130	1,74	0,574
	47	24	28	18	13	20	4	7
0,35	0,280	0,799	68 23	0,866	2,153	0,150	1,70	0,581
	49	25	28	18	12	20	4	6
0,40	0,329	0,824	68 51	0,848	2,165	0,170	1,66	0,587
	53	26	27	18	13	20	4	7
0,45	0,382	0,850	69 18	0,830	2,178	0,190	1,62	0,594
	57	28	28	18	13	20	4	8
0,50	0,439	0,878	69 46	0,812	2,191	0,210	1,58	0,602
	61	30	28	17	14	19	4	7
0,55	0,500	0,908	70 14	0,795	2,205	0,229	1,54	0,609
	64	32	27	18	13	19	4	7
0,60	0,564	0,940	70 41	0,777	2,218	0,248	1,50	0,616
	68	33	27	18	14	19	3	8
0,65	0,632	0,973	71 8	0,759	2,232	0,267	1,47	0,624
	73	34	26	17	13	18	4	7
0,70	0,705	1,007	71 34	0,742	2,245	0,285	1,43	0,631
	77	36	27	17	14	18	4	8
0,75	0,782	1,043	72 1	0,725	2,259	0,303	1,39	0,639
	83	38	26	17	13	19	3	8
0,80	0,865	1,081	72 27	0,708	2,272	0,322	1,36	0,647
	89	41	27	17	14	18	4	8
0,85	0,954	1,122	72 54	0,691	2,286	0,340	1,32	0,655
	94	43	26	16	14	18	4	9
0,90	1,048	1,165	73 20	0,675	2,300	0,358	1,28	0,664
	101	45	26	16	14	18	3	8
0,95	1,149	1,210	73 46	0,659	2,314	0,376	1,25	0,672
	110	48	26	16	14	17	4	8
1,00	1,259	1,258	74 12	0,643	8,328	0,393	1,21	0,680
	118	52	25	16	15	17	3	8
1,05	1,377	1,310	74 37	0,627	2,343	0,410	1,18	0,688
	126	56	25	16	15	17	3	8
1,10	1,503	1,366	75 2	0,611	2,258	0,427	1,15	0,696
	135	58	24	16	15	16	4	9
1,15	1,638	1,424	75 26	0,595	2,373	0,443	1,11	0,705
	146	63	24	16	15	16	3	9
1,20	1,784	1,487	75 50	0,579	2,388	0,459	1,08	0,714
	157	66	23	15	14	15	3	9
1,25	1,941	1,553	76 13	0,564	2,402	0,474	1,05	0,723
	169	70	23	16	14	15	3	9
1,30	2,110	1,623	76 36	0,548	2,416	0,489	1,02	0,732

Digitized by Google

$\varphi = 70°$.

$2qX$	$\frac{qV^2}{g}$		$\frac{V^2}{2gX}$		ω		$\frac{V_1}{V}$		$\frac{T\sqrt{g}}{\sqrt{X}}$		$\frac{\Delta X.\delta}{X.\Delta\delta}$		$\frac{X.V\Delta}{X.\Delta V}$		$\frac{Y}{X}$	
0,00	0,000		0,777		70° — ′		1,000		2,344		0,000		2,00		0,687	
		40		28		28		22		15		25		5		9
0,05	0,040		0,805		70 28		0,978		2,359		0,025		1,95		0,696	
		43		28		28		22		16		25		5		9
0,10	0,083		0,833		70 56		0,956		2,375		0,050		1,90		0,705	
		46		29		27		22		15		24		5		9
0,15	0,129		0,862		71 23		0,934		2,390		0,074		1,85		0,714	
		49		29		27		22		15		24		5		9
0,20	0,178		0,891		71 50		0,912		2,405		0,098		1,80		0,723	
		52		30		26		21		16		23		5		9
0,25	0,230		0,921		72 16		0,891		2,421		0,121		1,75		0,732	
		56		33		27		21		16		24		5		10
0,30	0,286		0,954		72 43		0,870		2,437		0,145		1,70		0,742	
		60		35		27		21		15		24		4		10
0,35	0,346		0,989		73 10		0,849		2,452		0,169		1,66		0,752	
		65		38		26		20		16		23		4		10
0,40	0,411		1,027		73 36		0,829		2,468		0,192		1,62		0,762	
		69		40		26		21		17		22		5		10
0,45	0,480		1,067		74 2		0,808		2,485		0,214		1,57		0,772	
		75		43		25		20		16		21		4		11
0,50	0,555		1,110		74 27		0,788		2,501		0,235		1,53		0,783	
		81		46		26		21		17		22		4		11
0,55	0,636		1,156		74 53		0,767		2,518		0,257		1,49		0,794	
		87		49		25		19		18		22		5		10
0,60	0,723		1,205		75 18		0,748		2,536		0,279		1,44		0,804	
		94		52		26		21		18		22		4		11
0,65	0,817		1,257		75 44		0,727		2,554		0,301		1,40		0,815	
		103		57		25		20		19		22		4		12
0,70	0,920		1,314		76 9		0,707		2,573		0,323		1,36		0,827	
		111		61		25		19		18		21		5		12
0,75	1,031		1,375		76 34		0,688		2,591		0,344		1,31		0,839	
		120		64		24		20		18		20		4		12
0,80	1,151		1,439		76 58		0,668		2,609		0,364		1,27		0,851	
		130		68		24		19		19		20		4		12
0,85	1,281		1,507		77 22		0,649		2,628		0,384		1,23		0,863	
		142		74		23		20		18		20		4		13
0,90	1,423		1,581		77 45		0,629		2,646		0,404		1,19		0,876	
		155		80		24		20		19		20		4		13
0,95	1,578		1,661		78 9		0,609		2,665		0,424		1,15		0,889	
		169		86		24		19		20		20		4		13
1,00	1,747		1,747		78 33		0,590		2,685		0,444		1,11		0,902	
		185		93		23		18		20		19		3		
1,05	1,932		1,840		78 56		0,572		2,705		0,463		1,08		—	
		202		100		23		18				18		4		
1,10	2,134		1,940		79 19		0,554		—		0,481		1,04		—	

Digitized by Google

$\varphi = 75^{\circ}$.

$2qX$	$\frac{qV^2}{g}$		$\frac{V^2}{2gX}$		ω		$\frac{V_1}{V}$		$\frac{T\sqrt{g}}{\sqrt{X}}$		$\frac{\Delta X.\delta}{X.\Delta\delta}$		$\frac{\Delta X.V}{X.\Delta V}$		$\frac{Y}{X}$	
0,00	0,000	52	1,000	40	75° — ′	25	1,000	27	2,732	22	0,000	29	2,00	6	0,933	14
0,05	0,052	57	1,040	45	75 25	25	0,973	26	2,754	22	0,029	29	1,94	6	0,947	15
0,10	0,109	61	1,085	48	75 50	26	0,947	27	2,776	22	0,058	30	1,88	6	0,962	15
0,15	0,170	66	1,133	50	76 16	25	0,920	27	2,798	22	0,088	29	1,82	5	0,977	16
0,20	0,236	73	1,183	53	76 41	25	0,893	27	2,820	22	0,117	29	1,77	6	0,993	15
0,25	0,309	80	1,236	59	77 6	25	0,866	26	2,842	23	0,146	28	1,71	6	1,008	16
0,30	0,389	88	1,295	65	77 31	25	0,840	25	2,865	23	0,174	28	1,65	5	1,024	17
0,35	0,477	96	1,360	71	77 56	24	0,815	26	2,888	24	0,202	27	1,60	6	1,041	18
0,40	0,573	106	1,431	77	78 20	24	0,789	25	2,912	24	0,229	28	1,54	5	1,059	18
0,45	0,679	117	1,508	83	78 44	24	0,764	26	2,936	24	0,257	27	1,49	6	1,077	19
0,50	0,796	129	1,591	90	79 8	24	0,738	25	2,960	25	0,284	27	1,43	5	1,096	19
0,55	0,925	142	1,681	98	79 32	24	0,713	25	2,985	26	0,311	26	1,38	5	1,115	20
0,60	1,067	156	1,779	105	79 56	23	0,688	24	3,011	27	0,337	26	1,33	6	1,135	20
0,65	1,223	174	1,884	114	80 19	22	0,664	24	3,038	28	0,363	25	1,27	5	1,155	21
0,70	1,397	195	1,998	125	80 41		0,640		3,066	28	0,388		1,22		1,176	21
0,75	1,592	228	2,123	139	—		—		3,094	28	—		—		1,197	
0,80	1,810	245	2,262	155	—		—		3,122		—		—		—	
0,85	2,055	278	2,417	175	—		—		—		—		—		—	
0,90	2,333		2,592		—		—		—		—		—		—	

Digitized by Google

MATÉRIEL

DE

L'ARTILLERIE DES ÉTATS-UNIS [1]

Historique.

Les États-Unis, en raison de leur situation géographique, redoutent peu une guerre avec l'une des grandes nations européennes. D'autre part, ils ne craignent rien de leurs voisins, beaucoup moins forts et très probablement voués à la défaite, s'ils s'attaquaient à eux. Cette sécurité relative explique l'indifférence dans laquelle ce pays s'est endormi pendant bien des années au sujet de son artillerie, malgré toute sa puissance d'invention et les ressources considérables qu'il possède.

Si nous jetons un coup d'œil sur l'état de l'artillerie aux États-Unis en 1882, nous voyons que toutes les pièces réglementaires de l'artillerie de terre, sauf les mitrailleuses, se chargent par la bouche; la plupart sont lisses; beaucoup d'entre elles, même parmi les canons rayés, sont entièrement en fonte, c'est-à-dire incapables de soutenir les fortes pressions que l'on est obligé d'atteindre actuellement pour obtenir de puissants résultats. Les canons rayés Parrott, provenant de la guerre de sécession, sont d'une construction un peu moins primitive, ayant un manchon en fer forgé par-dessus le corps du canon en fonte; mais ces pièces ne sont pas réglementaires, ce qui

(1) Les renseignements contenus dans cette étude sont tirés pour la plupart d'un ouvrage de M. Jaques, lieutenant de la marine des États-Unis : *The Establishment of Steel Gun Factories in the United States* et de l'*Army and Navy Journal*.

Digitized by Google

indique que l'*Ordnance* (1) ne fait que les utiliser sans les considérer comme faisant partie de l'armement normal. Il en est de même des canons Rodman de 10 pouces, transformés en 1874 et 1875 en canons rayés de 8 et 9 pouces par un tubage en fer forgé (2).

La situation de l'artillerie de marine n'est pas meilleure. Le rapport du ministre au Congrès montre que, sur 2664 bouches à feu disponibles pour le service de la flotte, 2233 sont des canons lisses.

Cependant, dans ces dernières années, le Congrès s'émut d'une situation d'infériorité tellement marquée qu'une lutte avec l'artillerie de n'importe quelle autre puissance eût été absolument impossible, et, malgré le peu de probabilité que cette lutte dût jamais se produire, il résolut de suivre les nations européennes dans la voie des perfectionnements où elles se sont toutes engagées.

On s'occupa d'abord de l'artillerie de terre, et l'on mit successivement en expériences, puis en service :

1° Un canon rayé de montagne Hotchkiss, de 1po,65 (42mm) en acier, à coin cylindro-prismatique et gargousse métallique (3).

2° Un canon rayé de campagne de 3po,18 (80mm,8) avec coin cylindro-prismatique et anneau obturateur en acier. Cette bouche à feu est une transformation de l'ancien canon de 3 pouces en fer forgé, à la culasse duquel on a vissé un tube correspondant à la chambre et se prolongeant en arrière pour servir de logement au coin (4).

3° Des canons rayés de 8 pouces (203mm) et de 9 pouces (229mm), provenant de la transformation d'anciennes pièces lisses de 10 pouces.

Après cette période de transformation d'anciens mo-

(1) On sait qu'aux États-Unis tout le service du matériel de guerre de l'armée régulière et des milices, y compris celui de l'artillerie, est confié à un corps spécial nommé *Ordnance*, entièrement distinct des corps de troupe de l'artillerie. Voir *Aide-mémoire d'artillerie*, t. XXII, p. 294.

(2) Voir *Revue d'artillerie*, mai 1875, t. VI, p. 167 et avril 1877, t. IX, p. 494.

(3) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1882, t. XIX, p. 364.

(4) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1882, t. XIX, p. 366.

Digitized by Google

dèles en matériel rayé se chargeant par la culasse, pendant laquelle on ne fabriqua, comme pièces neuves, que les canons de montagne, l'artillerie des États-Unis s'adressa simultanément à l'industrie nationale et aux usines étrangères pour acquérir des bouches à feu de moyen et de gros calibre d'un type nouveau. En 1880, le Congrès vota les sommes nécessaires pour la fabrication, dans le pays, de 4 canons de 12 pouces (305^{mm}) se chargeant par la culasse; mais ces canons, une fois construits, furent rejetés pour défauts graves dans l'acier; en 1882, on expérimenta un canon Paulding de 8 pouces (203^{mm}) et un canon Hunt de 10 pouces (254^{mm}); en 1883, on tira à Sandy-Hook deux canons Krupp, l'un de 4^{po},14 (105^{mm}), l'autre de 4^{po},72 (120^{mm}) (1). A la même époque, commençaient les expériences sur les multicharges Lyman-Haskell.

La nécessité d'une réforme complète dans le matériel de l'artillerie de terre et dans celui de l'artillerie de marine, pour les mettre à hauteur des progrès réalisés en Europe, engagea le Gouvernement, vers 1882, à chercher si l'on pourrait trouver, dans le pays même, les ressources nécessaires pour la fabrication des canons de gros calibres. Renseignements pris, on fut bientôt convaincu que l'état de l'industrie nationale ne lui permettait pas de produire les blocs d'acier nécessaires. Il fallait cependant aboutir à une solution : le 3 mars 1883, le Congrès décida qu'une commission de six officiers, pris dans l'armée de terre et dans l'armée de mer, serait chargée d'étudier les questions suivantes :

1° Lequel des arsenaux de l'État, Navy-Yard de Washington ou autre, serait dans les meilleures conditions pour être transformé en fonderie de canons?

2° Serait-il préférable, au lieu de faire construire le matériel de l'artillerie dans des établissements de l'État, d'employer un autre procédé, et quel serait ce procédé?

(1) Voir *Revue d'artillerie*, mai 1881, t. XVIII, p. 189, décembre 1882, t. XXI, p. 271, et janvier 1884, t. XXIII, p. 358.

Digitized by Google

3° Quelle serait la dépense nécessaire pour l'installation et l'outillage de la fonderie précitée, y compris le prix d'un marteau-pilon capable de forger des blocs suffisants pour les pièces les plus lourdes ?

Travaux et conclusions de la commission d'étude.

La commission, composée de trois officiers de marine, d'un membre de l'*Ordnance*, d'un officier d'artillerie et d'un officier du génie, voulut tout d'abord se mettre en mesure de répondre à la seconde question qui lui était posée. Il fallait pour cela étudier de près l'organisation adoptée par les autres puissances, et comparer les avantages et les inconvénients des trois modes possibles de fabrication, par l'État, par l'industrie privée, ou par une action combinée de ces deux procédés. La commission se transporta donc en Europe, pour visiter la France, l'Angleterre, l'Allemagne et la Russie, et s'y former sur place une opinion sur la façon d'opérer qu'il y aurait lieu d'adopter aux États-Unis.

Les études de la commission sont décrites dans un ouvrage de l'un de ses membres, M. le lieutenant Jaques, de la marine des États-Unis : *The Establishment of Steel Gun Factories in the United-States*. Une analyse détaillée de ce travail a paru dans le *Mémorial de l'artillerie de marine* (1).

Nous nous bornerons à un résumé succinct de l'ouvrage de M. Jaques, pour arriver rapidement aux conclusions de la commission et au commencement d'exécution qu'elles ont reçu.

La commission étudia dans chaque pays l'organisation adoptée pour la fabrication du matériel, les moyens de production et, enfin, l'état du matériel existant.

En Angleterre, l'arsenal de Woolwich était, jusqu'en

(1) Voir *Mémorial de l'artillerie de marine*, t. XII, 3e livraison : *Les principales artilleries de l'Europe*, d'après la Commission spéciale des États-Unis, par M. le lieutenant-colonel de la Rocque, de l'artillerie de la marine.

Digitized by Google

1859, l'unique fabrique de canons où s'alimentait l'artillerie. Lorsque parurent les canons rayés, le gouvernement passa avec la maison Armstrong un traité pour la fourniture des bouches à feu. L'usine d'Elswick travailla dès lors concurremment avec la fonderie de Woolwich, mais on constata, lorsque le traité fut rompu en 1863, que ses prix avaient été à peu près doubles de ceux de l'arsenal de l'État.

L'établissement d'Elswick et l'arsenal de Woolwich sont admirablement outillés, et capables d'usiner les plus gros canons connus. Cependant les procédés de fabrication n'y paraissent pas à l'abri de tout reproche, et donnent lieu souvent à de graves défauts dans les bouches à feu. Plusieurs aciéries importantes livrent à l'artillerie d'excellents produits, entre autres, celles de Thomas Firth, de Vickers et Cie, et surtout la maison Whitworth, pour le métal à canons, les maisons Brown et Cammell pour les plaques de cuirassement.

Le matériel anglais est en voie de transformation; comme métal à canon on a adopté l'acier, à l'exclusion du fer forgé, et comme système de fermeture, la vis française munie de l'obturateur de Bange (1).

On poursuit, à Elswick et à Woolwich, des expériences sur les canons à fils d'acier.

En France, ce sont les établissements de l'État qui, seuls, usinent les canons dont la matière première, ainsi que quelques accessoires, leur sont fournis par l'industrie privée. Plusieurs établissements particuliers fabriquent cependant des canons, mais leurs produits s'écoulent à l'étranger.

Bourges, pour l'artillerie de terre, Ruelle, pour l'artillerie de marine, présentent d'heureuses dispositions d'ateliers et un excellent outillage. Les aciéries de Saint-Chamond et du Creuzot possèdent les marteaux les plus

(1) Voir *Revue d'artillerie*, février 1885; t. XXV, p. 444; avril 1885, t. XXVI, p. 50, et mai 1885, t. XXVI, p. 164.

Digitized by Google

puissants qui existent. Elles fournissent, concurremment avec plusieurs autres, l'acier employé par l'artillerie française.

Le nouveau matériel est entièrement en acier, sauf quelques canons de la marine, dont le corps est en fonte.

On s'est aussi préoccupé, en France, de la question des canons à fils d'acier. Les premiers essais ont été faits d'après les indications du capitaine Schultz. Actuellement, les expériences se poursuivent avec des bouches à feu construites d'après le système préconisé par cet officier.

En Allemagne, l'État ne possède qu'une petite usine, à Spandau, incapable de fabriquer des pièces d'un calibre supérieur à celui de 15c. La presque totalité du matériel de l'artillerie est fournie par l'usine Krupp, dont l'État n'a pas la direction. Le gouvernement se trouve ainsi sous l'entière dépendance d'un établissement privé. La commission des États-Unis s'est vu refuser l'entrée des ateliers Krupp, dont les détails de fabrication lui restent par conséquent inconnus. Elle a cependant pu se procurer la liste complète des calibres en service et se rendre compte des caractères principaux de ce système d'artillerie, qui sont : l'usage exclusif de l'acier comme métal à canons ; la fermeture à coin cylindro-prismatique avec obturateur Broadwell ; l'emploi de corps de canons tubés et frettés. Dans les modèles les plus récents, la frette arrière est très allongée et se rapproche des jaquettes employées en Angleterre.

La commission n'a aucun renseignement sur l'état de la question des canons à fils d'acier en Allemagne.

En Russie, l'État est, pour la fabrication des bouches à feu, l'associé de la grande usine d'Oboukhov, près de Saint-Pétersbourg. Le gouvernement est propriétaire d'un tiers du capital, mais va prochainement s'intéresser pour les deux tiers. La direction est, partie entre les mains de l'usine, partie entre celles des représentants de l'État. Le matériel produit est de très bonne qualité, mais revient très cher. Le gouvernement russe paraît tendre à modifier

Digitized by Google

cet état de choses et à prendre lui-même la direction exclusive des travaux.

Il y a, en outre, à Saint-Pétersbourg, une fonderie appartenant à l'État, qui fabrique les bouches à feu jusqu'au calibre de 8 pouces (203^{mm}) inclus.

L'établissement d'Oboukhov est à la fois une aciérie et un atelier d'usinage. Il est très considérable, mais ne peut servir de modèle pour les établissements à fonder aux États-Unis, car la disposition générale présente certains défauts provenant de ce que les différents ateliers ont été construits, non pas d'après un plan général, mais successivement et au fur et à mesure des besoins.

L'acier est fabriqué, non seulement à Oboukhov, mais encore à Kama, près de Perm, dans l'Oural. Les usines privées d'Iznoskov et d'Alexandrovsk, produisent des projectiles.

Les derniers modèles du matériel russe sont tous en acier : on emploie principalement l'acier puddlé. L'acier pour tubes de canons, jaquettes et grandes frettes est fondu au creuset. Les frettes moins grandes sont en acier Bessemer ; on ne se sert de l'acier Martin que pour les pièces de petites dimensions. On a adopté, ces dernières années, la compression de l'acier à l'état liquide, d'après le procédé Whitworth et on en a obtenu les meilleurs résultats.

Les canons russes sont, en général, du système Krupp ; un petit nombre seulement sont munis de la vis française. Leur système de construction comprend un tube très mince introduit dans le corps du canon et pouvant se remplacer sans difficulté quand il est usé par le tir. Il suffit pour cette opération de disposer d'une presse hydraulique donnant une pression de 180 atmosphères. Par-dessus le corps du canon, se trouvent un ou plusieurs rangs de frettes. Dans les canons de gros calibre, le premier rang s'étend jusqu'à la bouche de la pièce.

On se préoccupe beaucoup, en Russie, de la question des canons démontables, qui se composent, en général, d'un

Digitized by Google

tube mince recouvert d'un manchon en deux ou trois pièces, et d'un certain nombre de frettes disposées sur un ou plusieurs rangs. On a expérimenté des bouches à feu de ce système depuis les calibres les plus faibles jusqu'à celui de 16 pouces (406^{mm}) ; les résultats obtenus ont été le plus souvent très satisfaisants.

Aux États-Unis, à l'époque de la guerre de Sécession, le matériel d'artillerie était livré par plusieurs compagnies civiles, fournissant des bouches à feu en fonte et en fer ; dans ces derniers temps, les seuls établissements producteurs de canons étaient la *Midvale Steel Company* et le *Navy-Yard* de Washington, spécial à la marine. Le premier ne peut usiner des pièces d'un calibre supérieur à celui de 6 pouces (152^{mm}) ; le second a fabriqué des canons de 5 à 10 pouces (127 à 254^{mm}). Mais ni l'une ni l'autre de ces usines n'était en état de fabriquer couramment des pièces de moyen et de gros calibre, et toutes les grosses pièces de forge devaient être prises à l'étranger.

A son retour d'Europe, la commission était en mesure de répondre à toutes les questions qui lui étaient posées, soit d'après les études faites par elle à l'étranger, soit d'après les renseignements détaillés qu'elle avait fait prendre aux États-Unis sur la puissance productive de la contrée. Elle émit les avis suivants :

1° *Sur l'organisation de la fabrication.* Il est dispendieux pour l'État de se faire l'associé d'une Compagnie, ainsi que cela s'est fait en Angleterre, et que cela existe encore en Russie ; il peut être dangereux pour l'État de se trouver sous la dépendance complète d'un établissement privé, comme cela se voit en Allemagne ; le meilleur système est celui en usage en France, où l'État usine lui-même les canons dont la matière première lui est fournie par l'industrie privée. Le gouvernement des États-Unis doit suivre cet exemple, établir sur le territoire des ateliers pour l'usinage des canons, et passer des marchés avec des aciéries privées, qui fourniraient le métal forgé et trempé.

Digitized by Google

2° *Sur l'installation d'une fabrique de canons.* Le gouvernement devrait installer une fabrique de canons pour l'artillerie de terre et une autre pour l'artillerie de marine. Il y a des inconvénients à réunir la fabrication des bouches à feu des deux services : la direction mixte qui s'impose dans ce cas et la dépendance d'un même établissement de deux ministères différents sont à éviter. En Angleterre, on n'a pas eu lieu d'être satisfait de la réunion des services ; en France, au contraire, leur séparation a donné les meilleurs résultats. La commission propose donc l'extension et l'appropriation à la fabrication des bouches à feu modernes, de l'arsenal de *Watervliet, West-Troy* (*N.-Y.*), pour l'artillerie de terre, et du *Navy-Yard* de *Washington,* district de *Columbia,* pour l'artillerie de marine.

3° *Sur les frais d'installation des établissements à créer ou à transformer.* La dépense approximative d'une installation industrielle capable de fournir aux usines de l'État des blocs d'acier trempé, jusqu'au poids de 100 tonnes, est d'environ 4 millions. Les frais d'établissement de chacune des deux fabriques de canons de l'État seraient d'à peu près 4 millions et demi ; on pourrait usiner dans ces ateliers des canons de tous les calibres jusqu'à celui de 16 pouces (406^{mm}) inclus. Au bout de trois ans, temps nécessaire pour le complet achèvement des travaux, la production annuelle s'élèverait à 50 canons de 6 pouces (152^{mm}), 17 de 12 pouces (304^{mm}) et 16 de 16 pouces (406^{mm}), ou à un nombre équivalent de bouches à feu de calibres différents, représentant une valeur de 10 millions de francs.

Les conclusions de la commission furent transmises au Congrès au mois de février 1884. Elles furent admises en principe, et on commença les études pour l'agrandissement et l'appropriation des ateliers de Watervliet et du Navy-Yard de Washington.

Mais un temps assez considérable, plusieurs années peut-être, s'écouleront avant que ces établissements soient

Digitized by Google

en mesure de faire face à toutes les exigences du service de l'artillerie. En attendant leur achèvement, on résolut de s'adresser, pour satisfaire aux besoins les plus pressants, soit à l'industrie privée, soit aux usines étrangères pour les bouches à feu ou les blocs d'acier qu'on ne pourrait fabriquer dans le pays.

Les principaux établissements privés capables d'usiner de gros canons sont ceux de *West-Point* à Coldspring et de *South-Boston*. Il vient de s'en fonder un autre à New-York, sous le nom de *Standard Ordnance Company*.

Les aciéries les plus importantes sont la *Cambria Iron Company*, la *Midvale Steel Company* et la *Springfield Iron Company*.

Nouveau matériel de l'artillerie.

Les premiers travaux à entreprendre étaient la construction de canons de côte et de canons de marine. Mais le Congrès n'accorda pas les crédits nécessaires pour les pousser aussi activement que l'eût désiré l'*Ordnance*.

Aussi l'artillerie de terre dut-elle se borner à commencer les opérations suivantes :

Transformation de 50 canons lisses Rodman de 10 pouces (254^{mm}) en canons de 8 pouces (203^{mm}) rayés, avec tube en fer forgé, obtenu par le procédé de barres enroulées en spirale (*coils*).

Fabrication de bouches à feu nouvelles :

Deux canons rayés de 12 pouces (305^{mm}), en fonte, l'un d'eux devant être tubé en acier et fretté en fils ;

Un mortier de 12 pouces en fonte, fretté en acier ;

Un canon rayé de 10 pouces en fonte, fretté en fils ;

Un canon rayé de 12 pouces, en fonte, tubé et fretté en acier.

Toutes ces bouches à feu doivent être munies de la vis de fermeture française.

Fabrication des tubes, frettes, etc., pour un canon de 8 pouces et un canon de 10 pouces en acier.

Digitized by Google

L'artillerie de marine entreprit la construction de 70 pièces, tout en acier, de calibres compris entre 5 pouces et 10 pouces, et la transformation d'un certain nombre de canons lisses Parrott en canons rayés de 6 pouces, au moyen d'un tubage en acier.

La transformation des canons Rodman de 10 pouces en canons de 8 pouces rayés fut confiée à la fonderie de West-Point; mais, après quelques études et des expériences préliminaires, on se décida à employer, pour le tube intérieur, l'acier au lieu du fer forgé.

Le canon rayé de 12 pouces en fonte, celui de 12 pouces fretté en fils d'acier, celui de 12 pouces en fonte, fretté et tubé en acier, le mortier de 12 pouces et le canon de 10 pouces en fonte, fretté en fils, sont fabriqués aux forges de South-Boston.

La première de ces bouches à feu est terminée et a été expérimentée au polygone de Sandy-Hook. Sa chambre à poudre a un diamètre de 342 mm. et une longueur de $1^{m},752$. La longueur de la partie rayée est de $7^{m},213$, soit $23^{cal},6$; les rayures, au nombre de 60, sont progressives. Ce canon tire avec une charge de 68 kg., un projectile de 360 kg. et donne, dans ces conditions, une portée maximum de 15 kilomètres. On a essayé de tirer le même projectile avec une charge de 120 kg. de poudre-chocolat, et avec une poudre spéciale fabriquée à la poudrerie Dupont, à Wilmington.

Le canon de 12 pouces, fretté et tubé en acier, n'est pas encore en expériences. Sa livraison a été retardée par suite d'un accident arrivé au corps du canon, qui présente vers la bouche des fissures attribuées à un refroidissement trop brusque dans la coulée. Aussitôt qu'on aura fabriqué un autre corps de canon, on poussera activement la construction de la bouche à feu. Le tube et les frettes sont prêts. Le tube a été fourni par la maison Whitworth et pèse 6 tonnes. La bouche à feu terminée pèsera 53 tonnes.

Digitized by Google

Le mortier de 12 pouces est arrivé à Sandy-Hook, mais on ne l'expérimentera qu'après la fourniture de la plus grande partie d'une commande de 9 000 kg. de poudre hexagonale, du type M. W., faite spécialement en vue de ces expériences.

Les canons à fils sont encore en construction.

En outre de ces grosses pièces, l'*Ordnance* a mis en commande à West-Point, pour l'artillerie de terre, 20 canons de campagne de 3po,18 (80mm,8). Elle doit aussi recevoir, dans le courant de l'année, 25 mitrailleuses Gardner de divers modèles.

Les nouveaux canons de marine, actuellement en construction, sont de différents calibres. On a réuni dans le tableau ci-après, quelques données sur ces bouches à feu.

Nouveaux canons de l'artillerie de marine.

BOUCHES A FEU.	CALIBRE.	POIDS.	CHARGE.	PROJECTILE.	VITESSE INITIALE calculée.	OBSERVATIONS.
	mm.	kg.	kg.	kg.	m.	
5 pouces long. 30 cal.	127	2 650	13,6	27,2	610	Le rapport du poids de la charge au poids du projectile est constant pour toutes les nouvelles bouches à feu, et égal à 1/2.
5 pouces long. 26 cal.		1 900			»	
6 pouces.	152	5 000	22,7	45,4	610	
8 pouces.	203	13 000	56,5	113,0	610	
10 pouces.	254	24 000	113,5	227,0	610	
10po,5.	267	28 000	125,0	250,0	610	
12 pouces.	305	45 000	195,0	390,0	610	

Tous ces canons sont en acier et sont composés d'un tube, d'une jaquette et de frettes. Ils sont munis de la vis de fermeture de la marine française, portée par la jaquette, et de l'obturateur de Bange.

La pièce de 6 pouces, que l'on peut prendre comme type des nouvelles bouches à feu, a une longueur totale de 4m,915, soit un peu plus de 32 calibres; le tube A est renforcé par la jaquette J, qui a 1m,865 de long et

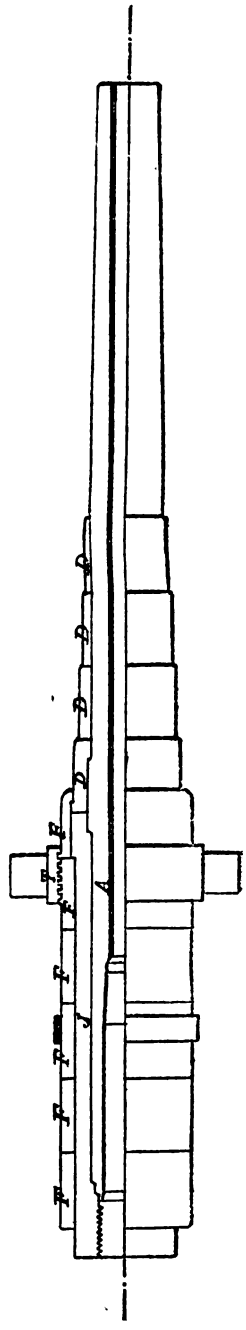
Digitized by Google

le dépasse vers l'arrière de 242 millimètres pour recevoir la vis de culasse. En avant de la jaquette sont quatre frettes D. Un deuxième rang de six frettes F recouvre la jaquette; la frette-tourillons T est vissée sur les deux frettes de devant du rang supérieur. La chambre à poudre a 951 mm. de longueur et 189 mm. de diamètre. Les rayures, cunéiformes, sont au nombre de 24; leur largeur diminue de $1^{mm},25$ depuis l'origine des rayures jusqu'à la bouche de la pièce. Elles sont progressives; leur pas est de 1 tour sur 180 calibres à l'origine et de 1 tour sur 30 calibres à la bouche; la longueur de la partie rayée est de $3^{m},40$, soit 22 calibres et demi. La pièce est en équilibre sur ses tourillons.

Les pièces de 8 pouces, 10 pouces, $10^{po},5$ et 12 pouces ont une construction toute semblable à celle des canons de 6 pouces, sauf le nombre et la disposition des frettes.

Le procédé employé pour placer la jaquette [1] est le suivant :

On dresse le tube verticalement et on chauffe la jaquette au moyen d'un dispositif de becs de gaz puissants qui entourent le métal de flammes à l'intérieur et à l'extérieur. Vers la température de 315 degrés centigrades, la jaquette peut être



[1] Renseignements tirés de la *Revue maritime et coloniale*, juillet 1885.

Digitized by Google

glissée sur le tube ; elle est poussée à sa position définitive par un marteau-pilon de 100 tonnes. La jaquette est ensuite refroidie au moyen de jets d'eau froide et le serrage se produit. Pendant toute l'opération, la température du tube est maintenue basse au moyen d'un courant d'eau froide qui le traverse à l'intérieur.

Les frettes sont posées d'une façon analogue, mais le tube est placé horizontalement pendant l'opération.

Les tubes, jaquettes et frettes employés pour les canons de marine par l'arsenal de Washington proviennent pour la plupart de Midvale. Les bouches à feu sont usinées au Navy-Yard, puis renvoyées à Midvale pour être trempées. Après les épreuves de réception, l'usinage est terminé au Navy-Yard. Cet établissement a sur le chantier, en 1885, 19 canons nouveau modèle, dont 2 de 10 pouces, 4 de 8 pouces, 10 de 6 pouces et 2 de 5 pouces. Un des canons de 6 pouces est terminé et a subi avec succès au polygone de la marine, à Annapolis, un tir d'épreuve de 150 coups à charge variable, avec un projectile de 45 kg. Par contre, deux des canons Parrott transformés ont éclaté aux épreuves.

L'*Ordnance* a fait en Angleterre la commande des pièces de forge nécessaires pour la construction de 8 canons de 8 pouces (203^{mm}) et d'un canon de 10^{po},5 (267^{mm}). La livraison doit en être faite actuellement à l'arsenal de Washington.

Enfin, la construction d'un assez grand nombre de bouches à feu de la marine a été confiée aux usines de West-Point et de South-Boston.

En résumé, les travaux exécutés dans ces derniers temps ont permis à l'artillerie de terre de mettre en expériences quelques types de canons de côte, et à l'artillerie de marine d'armer les nouveaux croiseurs *Chicago, Dolphin, Boston* et *Atlanta.*

Un crédit annuel de 7 500 000 fr a été ouvert à l'*Ord-*

Digitized by Google

nance pendant 5 années, à partir de 1885, pour armer les ports. Les canons devront être fabriqués, autant que possible, dans les usines du pays. Il est probable que, pour décider quels sont les calibres à employer pour les batteries de côte, la commission chargée d'élaborer le plan du nouvel armement des ports, tiendra compte des tirs d'expériences des canons de 8, 10 et 12 pouces mis en commande en 1884 pour l'artillerie de terre, et terminés pour la plupart en ce moment. La *Revue* donnera les résultats de ces expériences aussitôt qu'ils seront connus.

Canons à fils d'acier.

On s'est beaucoup préoccupé aux États-Unis du frettage des canons en fils d'acier. Les avantages théoriques de ce procédé ont engagé les constructeurs à essayer divers systèmes pour vaincre les difficultés pratiques d'exécution qu'il présente.

Dans le système de M. Woodbridge, la bouche à feu se compose d'un tube en acier recouvert d'un frettage en fils à section carrée. Les fils sont recouverts d'un manchon mince en fer destiné à les préserver de l'action de l'air : ce manchon est relié aux fils au moyen de bronze que l'on y coule, de façon à remplir tous les vides de la masse. Un canon de 10 pouces construit d'après ce procédé éclata en 1881. Depuis lors, M. Woodbridge paraît avoir renoncé à sa première méthode. Il propose maintenant d'employer des barres longitudinales enveloppant le tube, et constituant une sorte de jaquette brisée remplaçant la jaquette d'une seule pièce généralement admise. Par-dessus les barres, se place une série de frettes en fils alternant de distance en distance avec des frettes en acier.

M. Hotchkiss a imaginé le tracé suivant d'un canon de 8 pouces : Un tube en acier, dans lequel est logé la vis de culasse, est renforcé, sur toute la longueur de la chambre à poudre, par une jaquette vissée portant la frette-touril-

Digitized by Google

lons. Ce dispositif s'oppose au déculassement. La résistance transversale est obtenue par trois coils en fils, placés l'un sur la jaquette, les deux autres sur le tube. De petites frettes en acier, placées à chaque bout des coils servent de pièces d'accrochage. Les fils sont recouverts de frettes d'épaisseur variable qui forment la surface extérieure du canon, et s'étendent jusqu'à la bouche de la pièce.

On construit pour l'artillerie de terre un canon de 9 pouces, système Schultz. Dans le procédé de l'inventeur français, la résistance transversale est obtenue par une série de manchons en fils d'acier à section circulaire, enroulés avec une tension déterminée sur le tube central; la résistance longitudinale est donnée, soit par une jaquette agrafée à la bague de culasse et à la frette-tourillons, soit par des boulons réunissant les mêmes pièces, et travaillant tous sous la même tension [1]. C'est cette dernière solution qu'on a adoptée en Amérique pour le canon d'expériences actuellement en construction.

L'*Ordnance* a aussi proposé pour la marine deux types de canons à fils, l'un de 6 pouces, l'autre de 8 pouces.

Le canon de 6 pouces se compose d'un tube recouvert à sa partie postérieure par une jaquette portant la vis de culasse et la frette-tourillons. La jaquette et une portion de la volée sont recouvertes de fils d'acier. La frette-tourillons se compose de deux bagues concentriques vissées l'une sur l'autre. La bague intérieure sert à l'accrochage des fils, la bague extérieure porte les tourillons.

Le canon de 8 pouces diffère du précédent en ce que la jaquette seule est recouverte de fils. En avant de la jaquette, le tube est renforcé par huit petites frettes en acier.

---

1. Dans les canons Schultz, la *bague de culasse* est un fort anneau en acier ou en fonte dans lequel se loge la vis de culasse; dans le premier système de construction, cet anneau est vissé dans la jaquette; dans le second, il est simplement appliqué contre la tranche arrière du tube et y est maintenu par les boulons qui le relient à la frette-tourillons, et par une saillie annulaire du tube s'engageant dans une rainure creusée dans la tranche antérieure de la bague.

Digitized by Google

Essais divers.

Outre les canons énumérés ci-dessus, construits et expérimentés par ordre du gouvernement, plusieurs autres bouches à feu ont été imaginées et expérimentées par des particuliers, avec ou sans le concours du corps de l'*Ordnance*. Parmi ces inventions nouvelles, nous ne citerons que celles dont s'est particulièrement occupée la presse militaire.

1° *Canons Lyman Haskell.* — La *Revue* a donné dernièrement (1) quelques renseignements sur les multicharges. M. Haskell avait demandé au Congrès de lui fournir les moyens pécuniaires de poursuivre ses expériences. Une somme de 500000 fr. supérieure à la demande de l'inventeur, a été votée pour continuer les essais du nouveau système de bouches à feu. Cette allocation considérable montre l'importance que l'on attache, aux États-Unis, à la continuation des études relatives aux canons multicharges, et les espérances que l'on fonde sur eux, malgré le peu de faveur qu'ils ont trouvé auprès de l'*Ordnance*, après les premiers essais.

2° *Canon Maxim.* — Le canon automatique Maxim a été décrit dans la *Revue* (2).

3° *Canon Folger.* — M. Folger a imaginé, pour le service de la flotte, un canon de petit calibre, destiné à la lutte rapprochée contre les torpilleurs. Cette bouche à feu tire un obus en acier de 500 grammes environ avec une charge de 270 grammes de poudre ; la vitesse initiale est de 610 mètres.

Le canon Folger peut, d'après les expériences faites à Annapolis, percer une épaisseur de fer d'environ 70 millimètres.

4° *Canons en tôle d'acier.* — En enroulant l'une sur l'autre

(1) Voir *Revue d'artillerie*, juin 1885, t. XXVI, p. 281.
(2) Voir *Revue d'artillerie*, février 1885, t. XXV, p. 434.

Digitized by Google

des feuilles minces d'acier Bessemer de façon à former un cylindre d'une certaine épaisseur, et en soumettant les parois de celui-ci à un serrage énergique au moyen d'une presse hydraulique, on obtient un tube d'une résistance considérable. Après différentes épreuves faites sur des tubes d'essai, on construisit par ce procédé un canon dont les parois, d'une épaisseur totale de 38 millimètres, sont composées de trois feuilles de métal. D'après les résultats d'expériences déjà faites, ce canon doit être capable de supporter une pression de 5300 kg. par centimètre carré. Il a été envoyé au polygone de Sandy-Hook pour y être soumis à des épreuves de résistance.

5° *Canon Keely.* — On a exécuté, à Sandy-Hook, des essais avec un petit canon du calibre de 28^{mm},5, appelé par son inventeur, *canon à gaz*. M. Keely y fait usage d'une force mystérieuse qu'il désigne sous le nom de vibrations moléculaires. La bouche à feu se compose de deux pièces vissées l'une sur l'autre en avant des tourillons. Le renfort, ou partie arrière, est creux, et présente un renflement appelé *répercuteur*; à la partie postérieure du renfort se trouve un petit tube en acier de 150 mm. de long sur 50 mm. de diamètre, nommé *accélérateur*, qui peut se mouvoir dans son logement. La force motrice est contenue dans deux cylindres en fer reliés entre eux; l'un d'eux, le *magasin*, est en communication avec le renfort. Pour charger la pièce, on dévisse la volée, on introduit dans le renfort un obturateur composé de plusieurs disques de différentes matières; on replace la volée, et on introduit le projectile par la bouche de la pièce. Pour faire partir le coup, l'inventeur frappe trois fois avec un maillet en bois sur le magasin et ouvre le robinet de communication du magasin avec le renfort; quelques secondes après, il frappe une dernière fois avec son maillet sur l'accélérateur, ce qui détermine l'explosion et le départ du coup accompagné d'une faible détonation et d'une légère vapeur.

19 coups furent tirés dans ces conditions, avec des bou-

Digitized by Google

lets ronds de formes assez irrégulières pesant de 140 à 170 grammes. La vitesse initiale atteignit parfois 160 mètres ; la portée fut de 500 mètres environ sous l'angle de 2°30′ et de près de 1 000 mètres sous l'angle de 12°. Un projectile cylindro-ogival tiré à la fin de la séance traversa, à bout portant, 10 centimètres de bois de sapin.

Le tir fut peu précis ; mais il était impossible qu'il en fût autrement avec une pièce pointée en direction au jugé, sans Hausse, et avec des projectiles aussi irréguliers que ceux qui furent employés. D'ailleurs, tout l'intérêt de cette expérience résidait dans l'usage de la force nouvelle que M. Keely prétend employer. Les opinions sont très partagées aux États-Unis sur la valeur de la nouvelle invention ; les uns y voient une découverte destinée au plus grand avenir ; les autres prétendent qu'il n'y a là qu'une application habilement dissimulée de l'air comprimé.

6° *Poudre fabriquée par voie humide.* — La grosse difficulté de la fabrication de la poudre étant le mélange intime de ses éléments, M. Nordenfelt propose d'employer le procédé suivant : mélanger du sulfure de carbone avec du coton ou de la cellulose réduite en poudre impalpable ; ajouter une proportion convenable d'une dissolution saturée de salpêtre ; évaporer en agitant pour éviter une cristallisation régulière, ou mieux évaporer dans le vide. On obtient ainsi un mélange, aussi intime que possible, des éléments constitutifs de la poudre, qui acquiert dès lors ses plus hautes propriétés balistiques.

7° *Projectiles à dynamite.* — La *Revue* a déjà donné des détails sur les expériences en cours d'exécution avec les projectiles chargés de dynamite (1). De nouveaux essais ont été faits le 9 mai dernier en présence de plusieurs officiers étrangers. Ils avaient pour but de rechercher le degré de sécurité sur lequel on pouvait compter dans l'emploi de semblables engins. Le tir fut exécuté dans les conditions

(1) Voir *Revue d'artillerie*, avril 1885, t. XXVI, p. 93.

Digitized by Google

les plus diverses, sans qu'aucun éclatement prématuré se produisît.

M. Chamberlain a pris récemment un brevet pour deux modèles d'obus à dynamite de son invention, l'un destiné à être tiré par un canon employant la poudre comme force motrice, l'autre par un canon à air comprimé. Dans les deux modèles, la dynamite est renfermée dans une première enveloppe autour de laquelle est tassé du coton-poudre destiné à former tampon, et à atténuer le choc au départ. Une fusée à temps doit faire éclater le projectile au moment opportun.

Ces projectiles n'ont pas encore été expérimentés.

8° *Projectiles chargés de coton-poudre.* — On poursuit, à Annapolis, les essais sur les projectiles chargés de coton-poudre. Dans les dernières expériences, comme dans celles qui ont précédé (1), on n'employa le fulmicoton qu'à l'état humide, afin de diminuer les chances d'accident.

On commença par faire détoner, dans un puits d'éclatement, des obus de 8, de 10 et de 15 pouces, contenant de 2kg,300 à 3kg,200 de coton-poudre à 30, 40 et 50 p. 100 d'humidité.

Ensuite on tira comparativement, dans un canon Hotchkiss à tir rapide de 6 livres, des projectiles de rupture en acier sans fusées, chargés de poudre ordinaire, et d'autres projectiles de même espèce contenant du coton-poudre à 50 p. 100 d'humidité. La vitesse initiale moyenne fut de 580 mètres. Le but était constitué par une muraille composée de 6 plaques de fer forgé d'une épaisseur totale de 152 millimètres, adossées à une épaisseur de 254 millimètres de bois de chêne. Les obus chargés de poudre ordinaire firent explosion après avoir pénétré en moyenne de 203 millimètres dans la muraille, cette longueur étant mesurée depuis la pointe du projectile jusqu'à la surface antérieure de la cible.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, novembre 1884, t. XXV, p. 189.

Digitized by Google

Les obus contenant du coton-poudre pénétrèrent en moyenne de 280 millimètres, mais ne firent pas explosion. Devant ce résultat, on réduisit à 40 p. 100 le degré d'humidité de la matière; l'éclatement se produisit alors après une pénétration moyenne de 229 millimètres. Enfin, on tira des obus chargés de coton-poudre à 50 p. 100 d'humidité et munis d'une fusée percutante à effet retardé, contre des plaques de fer de 76 millimètres d'épaisseur, adossées à une butte en sable sec. Les plaques furent traversées, et l'explosion se fit dans le sable, à une profondeur de 127 millimètres.

On peut conclure de ces tirs qu'avant d'éclater, les projectiles chargés de coton-poudre humide pénètrent plus avant dans l'obstacle que ceux renfermant de la poudre ordinaire. Les effets destructeurs de ces derniers sont notablement moins grands que ceux obtenus avec une charge intérieure de coton-poudre.

On annonce un tir d'obus de 6 pouces, chargés de la même matière explosive, contre des plaques en acier de 127 à 254 millimètres d'épaisseur.

Digitized by Google

TABLES BALISTIQUES

Les tables balistiques que nous publions ont été établies d'après les formules de M. le major Siacci [1].

Elles ont été calculées à partir d'une vitesse initiale de 700 mètres, vitesse à laquelle les lois du général Mayevsky peuvent encore s'appliquer.

Elles diffèrent encore des tables publiées précédemment par la *Revue*, en ce qu'elles donnent les valeurs de la fonction T (v), qui sert au calcul de la durée du trajet t.

On se rappelle que les formules établies par M. Siacci pour l'usage des tables balistiques, sont les suivantes :

$$\sin 2\varphi = \frac{p}{1000\,a^2}\left[\frac{A(v) - A(V)}{D(v) - D(V)}\right] - \frac{p}{1000\,a^2}\,I(V),$$

$$\operatorname{tang}\omega = \frac{p}{2000\,a^2}\left[I(v) - \frac{A(v) - A(V)}{D(v) - D(V)}\right]\frac{1}{\cos^2\varphi},$$

ou approximativement :

$$\sin 2\omega = \frac{p}{1000\,a^2}\,I(v) - \frac{p}{1000\,a^2}\left[\frac{A(v) - A(V)}{D(v) - D(V)}\right],$$

$$t = \frac{p}{1000\,a^2\cos\varphi}\left[T(v) - T(V)\right].$$

Ces formules permettent, étant donné un projectile de poids p (kg.) et de diamètre a (mètres), lancé avec une vitesse initiale V (mètres), de calculer l'angle de projection φ, l'angle de chute ω et la durée du trajet t correspondant à une portée x. La vitesse restante sera lue dans la première colonne v, en regard de la valeur de l'expression $D(V) + \frac{1000\,a^2}{p}x$ lue dans la colonne D (v).

[1] Voir *Revue d'artillerie*, octobre 1880, t. XVII, p. 45.

Digitized by Google

Tables balistiques.

v.	D (v).	Diff.	A (v).	Diff.	I (v).	Diff.	T (v).	Diff	v.	D (v).	Diff.	A (v).	Diff.	I (v).	Diff.	T (v).	Diff.
m.									m.								
700	0		0,00		0,0590		0,00		510	933	29	76,83	3,16	0,1111	21	1,57	6
		21		1,25		8		3			29		3,26		22		5
695	21		1,25		0,0598		0,03		505	962		80,09		0,1133		1,62	
		21		1,29		9		3			29		3,35		23		6
690	42		2,54		0,0607		0,06		500	991		83,44		0,1156		1,68	
		21		1,31		9		3			30		3,46		23		6
685	63		3,85		0,0616		0,09		495	1 021		86,90		0,1179		1,74	
		22		1,33		9		3			30		3,56		25		6
680	85		5,18		0,0625		0,12		490	1 051		90,46		0,1204		1,80	
		22		1,38		9		3			30		3,68		25		7
675	107		6,56		0,0634		0,15		485	1 081		94,14		0,1229		1,87	
		22		1,40		10		4			30		3,79		25		6
670	129		7,96		0,0644		0,19		480	1 111		97,93		0,1254		1,93	
		22		1,43		10		3			31		3,9		27		6
665	151		9,39		0,0654		0,22		475	1 142		101,8		0,1281		1,99	
		22		1,46		10		3			31		4,1		27		7
660	173		10,85		0,0664		0,25		470	1 173		105,9		0,1308		2,06	
		22		1,50		10		4			32		4,2		29		7
655	195		12,35		0,0674		0,29		465	1 205		110,1		0,1337		2,13	
		23		1,54		10		3			32		4,3		29		7
650	218		13,89		0,0684		0,32		460	1 237		114,4		0,1366		2,20	
		23		1,57		11		4			32		4,4		30		7
645	241		15,46		0,0695		0,36		455	1 269		118,8		0,1396		2,27	
		23		1,60		11		3			32		4,6		32		7
640	264		17,06		0,0706		0,39		450	1 301		123,4		0,1428		2,34	
		23		1,65		11		4			33		4,8		32		7
635	287		18,71		0,0717		0,43		445	1 334		128,2		0,1460		2,41	
		23		1,68		11		4			33		4,9		33		8
630	310		20,39		0,0728		0,47		440	1 367		133,1		0,1493		2,49	
		24		1,72		12		3			34		5,1		35		7
625	334		22,11		0,0740		0,50		435	1 401		138,2		0,1528		2,56	
		24		1,77		12		4			34		5,2		36		8
620	358		23,88		0,0752		0,54		430	1 435		143,4		0,1564		2,64	

Digitized by Google

615	382	24	25,69	1,81	0,0764	12	0,58	4	425	1 470	35	148,9	5,5	0,1600	36	2,72	8
610	406	24	27,54	1,85	0,0777	13	0,62	4	420	1 505	35	154,5	5,6	0,1638	38	2,81	9
605	430	24	29,44	1,90	0,0790	13	0,66	4	415	1 541	36	160,4	5,9	0,1678	40	2,89	8
600	454	24	31,39	1,95	0,0803	13	0,70	4	410	1 577	36	166,6	6,2	0,1720	42	2,98	9
595	478	24	33,38	1,99	0,0816	13	0,74	4	405	1 614	37	173,1	6,5	0,1764	44	3,07	9
590	503	25	35,44	2,06	0,0830	14	0,78	4	400	1 652	38	179,9	6,8	0,1810	46	3,17	10
585	528	25	37,53	2,09	0,0844	14	0,83	5	395	1 690	38	187,2	7,3	0,1859	49	3,27	10
580	553	25	39,69	2,16	0,0859	15	0,87	4	390	1 731	41	194,7	7,5	0,1910	51	3,37	10
575	579	26	41,90	2,21	0,0874	15	0,91	4	385	1 773	42	202,7	8,0	0,1964	54	3,47	10
570	605	26	44,18	2,28	0,0890	16	0,96	5	380	1 815	42	211,1	8,4	0,2021	57	3,58	11
565	631	26	46,50	2,32	0,0906	16	1,01	5	375	1 859	44	220,0	8,9	0,2081	60	3,70	12
560	657	26	48,89	2,39	0,0922	16	1,05	4	370	1 903	44	229,4	9,4	0,2144	63	3,82	12
555	683	26	51,35	2,46	0,0938	16	1,10	5	365	1 949	46	239,4	10,0	0,2210	66	3,94	12
550	710	27	53,88	2,53	0,0955	17	1,15	5	360	1 997	48	250,0	10,6	0,2281	71	4,07	13
545	737	27	56,47	2,59	0,0973	18	1,20	5	356	2 035	38	258,9	8,9	0,2340	59	4,18	11
540	764	27	59,14	2,67	0,0991	18	1,25	5	352	2 074	39	268,3	9,4	0,2402	62	4,29	11
535	792	28	61,88	2,74	0,1010	19	1,30	5	348	2 115	41	278,1	9,8	0,2466	64	4,41	12
530	820	28	64,70	2,82	0,1029	19	1,35	5	344	2 156	41	288,4	10,3	0,2534	68	4,53	12
525	848	28	67,59	2,89	0,1049	20	1,40	5	340	2 199	43	299,5	11,1	0,2606	72	4,66	13
520	876	28	70,59	3,00	0,1069	20	1,46	6	338	2 221	22	305,3	5,8	0,2644	38	4,72	6
515	904	29	73,67	3,08	0,1090	21	1,51	5	336	2 244	23	311,5	6,2	0,2684	40	4,79	7
				3,16		21		6			24		6,4		42		7

Digitized by Google

v.	D (v).	Diff.	A (v).	Diff.	I (v).	Diff.	T (v).	Diff.	v.	D (v).	Diff.	A (v).	Diff.	I (v).	Diff.	T (v).	Diff.
m.									m.								
		21		6,4		42		7			66		47		201		26
334	2 268		317,9		0,2726		4,86		254	4 110		1 195		0,7185		11,31	
		25		6,7		43		7			67		49		206		27
332	2 293		324,6		0,2769		4,93		252	4 177		1 244		0,7391		11,58	
		25		7,0		45		8			68		52		213		3
330	2 318		331,6		0,2814		5,01		250	4 245		1 296		0,7604		11,8	
		26		7,4		47		8			69		53		218		3
328	2 344		339,0		0,2861		5,09		248	4 314		1 349		0,7822		12,1	
		27		7,7		49		8			70		56		224		3
326	2 371		346,7		0,2910		5,17		246	4 384		1 405		0,8046		12,4	
		27		8,1		51		8			70		57		231		3
324	2 398		354,8		0,2961		5,25		244	4 454		1 462		0,8277		12,7	
		29		8,5		54		9			72		60		237		3
322	2 427		363,3		0,3015		5,34		242	4 526		1 522		0,8514		13,0	
		29		8,9		56		9			72		62		243		3
320	2 456		372,2		0,3071		5,43		240	4 598		1 584		0,8757		13,3	
		30		9,5		58		10			73		65		251		3
318	2 486		381,7		0,3129		5,53		238	4 671		1 649		0,9008		13,6	
		31		9,8		61		10			74		67		258		3
316	2 517		391,5		0,3190		5,63		236	4 745		1 716		0,9266		13,9	
		33		10,3		63		10			74		70		265		3
314	2 550		401,8		0,3253		5,73		234	4 819		1 786		0,9531		14,2	
		33		11,0		67		10			76		73		273		3
312	2 583		412,8		0,3320		5,83		232	4 895		1 859		0,9804		14,5	
		34		11,5		70		11			76		77		28		4
310	2 617		424,3		0,3390		5,94		230	4 971		1 936		1,008		14,9	
		36		12,2		73		12			78		79		29		4
308	2 653		436,5		0,3463		6,06		228	5 049		2 015		1,037		15,3	
		37		12,8		76		12			78		82		30		3
306	2 690		449,3		0,3539		6,18		226	5 127		2 097		1,067		15,6	
		37		13,6		80		12			79		86		31		3
304	2 727		462,9		0,3619		6,30		224	5 206		2 183		1,098		15,9	
		40		14,3		84		13			80		89		32		4
302	2 767		477,2		0,3703		6,43		222	5 286		2 272		1,130		16,3	
		40		15,2		87		14			82		93		32		3
300	2 807		492,4		0,3790		6,57		220	5 368		2 365		1,162		16,6	
		42		16,0		92		14			82		97		34		4
298	2 849		508,4		0,3882		6,71		218	5 450		2 462		1,196		17,0	

Digitized by Google

296	2 892	43	525,4	17,0	0,3978	96	6,85	14	216	5 533	83	2 563	101	1,230	34	17,4	4
294	2 937	45	543,5	18,1	0,4079	101	7,00	15	214	5 617	84	2 668	105	1,266	36	17,8	4
292	2 983	46	564,6	19,1	0,4186	107	7,16	16	212	5 702	85	2 777	109	1,303	37	18,2	4
290	3 031	48	582,9	20,3	0,4296	110	7,33	17	210	5 783	86	2 891	114	1,341	38	18,6	4
288	3 081	50	604,5	21,6	0,4413	117	7,50	17	208	5 876	88	3 010	119	1,380	39	19,0	4
286	3 132	51	627,5	23,0	0,4535	122	7,68	18	206	5 964	88	3 134	124	1,421	41	19,4	4
284	3 185	53	652,0	24,5	0,4664	129	7,86	18	204	6 054	90	3 263	129	1,462	41	19,9	5
282	3 241	56	678,0	26,0	0,4799	135	8,06	20	202	6 144	90	3 398	135	1,505	43	20,3	4
280	3 298	57	705,8	27,8	0,4940	141	8,26	20	200	6 236	92	3 538	140	1,550	45	20,8	5
278	3 356	58	735,4	29,6	0,5088	148	8,47	21	198	6 329	93	3 684	146	1,596	46	21,2	4
276	3 416	60	766,0	30,6	0,5239	151	8,69	22	196	6 423	94	3 837	153	1,644	48	21,7	5
274	3 476	60	797,7	31,7	0,5394	155	8,90	21	194	6 519	96	3 996	159	1,693	49	22,2	5
272	3 536	60	830,7	33,0	0,5553	159	9,12	22	192	6 616	97	4 163	167	1,744	51	22,7	5
270	3 596	60	865,2	34,5	0,5716	163	9,35	23	190	6 714	98	4 336	173	1,797	53	23,2	5
268	3 658	62	900,9	35,7	0,5883	167	9,58	23	188	6 813	99	4 517	181	1,851	54	23,7	5
266	3 720	62	938,2	37,3	0,6055	172	9,81	23	186	6 914	101	4 706	189	1,908	57	24,3	6
264	3 784	64	977,0	38,8	0,6231	176	10,05	24	184	7 016	102	4 904	198	1,966	58	24,8	5
262	3 848	64	1 017,0	40,0	0,6412	181	10,29	24	182	7 119	103	5 110	206	2,027	61	25,4	6
260	3 912	64	1 059,0	42,0	0,6598	186	10,54	25	180	7 224	105	5 326	216	2,090	63	26,0	6
258	3 978	66	1 103,0	44,0	0,6788	190	10,79	25	178	7 330	106	5 552	226	2,155	65	26,6	6
256	4 044	66	1 148,0	45,0	0,6984	196	11,05	26	176	7 438	108	5 787	235	2,222	67	27,2	6
				47,0		201		26			109		247		70		6

Digitized by Google

v.	D (v).	Diff.	A (v).	Diff.	I (v).	Diff.	T (v).	Diff.	v.	D (v).	Diff.	A (v).	Diff.	I (v).	Diff.	T (v).	Diff.
m.																	
174	7 547	109	6 034	247	2,292	70	27,8	6	136	9 961	145	13 813	618	4,317	152	43,6	11
172	7 658	111	6 292	258	2,365	73	28,4	6	134	10 110	149	14 465	652	4,477	160	44,7	11
170	7 770	112	6 562	270	2,440	75	29,1	7	132	10 261	151	15 153	688	4,644	167	45,8	11
168	7 884	114	6 844	282	2,518	78	29,8	7	130	10 414	153	15 879	726	4,820	176	47,0	12
166	8 000	116	7 140	296	2,599	81	30,5	7	128	10 570	156	16 646	767	5,004	184	48,2	12
164	8 117	117	7 450	310	2,684	85	31,2	7	126	10 729	159	17 456	810	5,197	193	49,4	12
162	8 236	119	7 775	325	2,772	88	31,9	7	124	10 891	162	18 313	857	5,400	203	50,7	13
160	8 357	121	8 115	340	2,864	92	32,7	8	122	11 056	165	19 220	907	5,614	214	52,1	14
158	8 480	123	8 472	357	2,959	95	33,5	8	120	11 223	167	20 179	959	5,838	224	53,5	14
156	8 604	124	8 847	375	3,058	99	34,2	7	118	11 394	171	21 198	1 019	6,075	237	54,9	14
154	8 730	126	9 239	392	3,161	103	35,0	8	116	11 568	174	22 277	1 079	6,325	250	56,4	15
152	8 859	129	9 652	413	3,269	108	35,9	9	114	11 745	177	23 422	1 145	6,588	263	57,9	15
150	8 989	130	10 085	433	3,381	112	36,8	9	112	11 927	182	24 639	1 217	6,866	278	59,5	16
148	9 121	132	10 540	455	3,498	117	37,7	9	110	12 111	184	25 932	1 293	7,160	294	61,2	17
146	9 256	135	11 018	478	3,620	122	38,6	9	108	12 299	188	27 309	1 377	7,470	310	62,9	17
144	9 393	137	11 522	504	3,747	127	39,5	9	106	12 491	192	28 775	1 466	7,799	329	64,7	18
142	9 531	138	12 051	529	3,880	133	40,5	10	104	12 687	196	30 338	1 563	8,148	349	66,5	18
140	9 672	141	12 608	557	4,019	139	41,5	10	102	12 887	200	32 005	1 667	8,518	370	68,5	20
138	9 816	144	13 195	587	4,165	146	42,5	10	100	13 092	205	33 786	1 781	8,911	393	70,5	20
		145		618		152		11									

Digitized by Google

Applications.

Les tableaux suivants montrent les principaux usages qu'on peut faire des tables ci-dessus.

Le tableau n° 1 donne les vitesses, les angles de projection, les angles de chute et les durées de trajet des nouveaux canons de campagne anglais, pour lesquels on ne connaît que le poids du projectile, le calibre et la vitesse initiale, et dont les tables de tir ne sont pas encore connues ou du moins n'ont pas été publiées en France. La table balistique ne peut en donner cependant qu'une idée approchée, car il est probable que les projectiles de ces bouches à feu ont une forme plus avantageuse, au point de vue de la perte de vitesse due à la résistance de l'air, que les projectiles qui ont servi à établir les formules de la table balistique. Il faut donc prendre les résultats calculés comme donnant une approximation en moins sur les tensions des trajectoires et cependant s'en rapprochant assez pour en donner une idée.

Tableau n° 1.

PORTÉE.	CANON DE CAMPAGNE DE 12 LIV. 7 QUINT. $a = 76^{mm}$, $p = 5^{ks},7$, $V = 520^{m}$.				CANON DE CAMPAGNE DE 22 LIV. 12 QUINT. $a = 89^{mm}$, $p = 10^{ks}$, $V = 535^{m}$.			
P.	v.	φ.	ω.	t.	v.	φ.	ω.	t.
m.	m.	° ′	° ′	sec.	m.	° ′	° ′	sec.
1 000	375	1 19	1 40	2,3	410	1 11	1 31	2,1
2 000	296	3 24	4 55	5,3	326	2 53	4 1	4,8
3 000	260	6 15	9 30	8,9	285	5 13	7 52	8,1
4 000	231	9 53	16 2	13,2	259	8 13	12 40	11,9
5 000	206	13 59	25 18	18,1	236	11 51	18 34	16,2
6 000	185	20 45	33 17	24,3	216	16 22	25 16	21,1

Le tableau n° 2 donne les éléments du tir du canon de 90^{mil} de campagne. La trajectoire étant connue, on a pu

Digitized by Google

tenir compte de la forme du projectile en modifiant la valeur de $\frac{a^2}{p}$ par un procédé connu [1].

Tableau n° 2. — Canon de 90mil de campagne.

PORTÉE.	D'APRÈS LA TABLE BALISTIQUE.				D'APRÈS LA TABLE DE TIR.			
P.	v.	φ.	ω.	t.	v.	φ.	ω.	t.
m.	m.	° ′	° ′	sec.	m.	° ′	° ′	sec.
1 000	359	1 37	1 54	2,5	350	1 38	2 5	2,6
2 000	304	3 48	4 59	5,6	300	3 53	5 0	5,7
3 000	275	6 36	9 5	9,1	270	6 43	9 0	9,3
4 000	251	9 59	14 5	13,0	245	10 3	14 5	13,6
5 000	231	14 6	20 17	17,4	235	14 8	20 30	18,7
6 000	213	19 12	28 1	22,6	230	19 13	28 10	24,3
7 000	197	26 4	37 47	29,1	230	26 18	38 50	30,9

Le tableau n° 3 a été établi dans le but de déterminer, en dehors de l'expérience directe, les rapports de tension des trajectoires d'armes portatives, pour des vitesses initiales variant, de 50 mètres en 50 mètres, entre 700 et 500 mètres, les calibres variant eux-mêmes de 7mm à 8mm.

En utilisant dans ce but les tables balistiques, leur emploi devient tout à fait légitime pour la détermination à *priori* du calibre d'une arme, alors même qu'on ignorerait encore la forme que l'expérience amènera plus tard à donner au projectile. Les tensions pourront varier suivant que cette forme aura été plus ou moins heureusement choisie, mais les rapports entre les tensions des trajectoires de projectiles de même forme et ayant même vitesse initiale ne changeront pas.

---

[1] Voir *Revue d'artillerie*, février 1881, t. XVII, p. 446 et juin 1881 t. XVIII, p. 236.

Digitized by Google

Tableau n° 3. — Fusils des calibres de 7mm, 7mm,5 et 8mm.

PORTÉES :			600 MÈTRES.				1 200 MÈTRES.				1 800 MÈTRES.			
Calibre.	Poids de la balle.	Vitesse initiale.	Vitesse restante.	Angle de projection.	Angle de chute.	Durée du trajet.	Vitesse restante.	Angle de projection.	Angle de chute.	Durée du trajet.	Vitesse restante.	Angle de projection.	Angle de chute.	Durée du trajet.
mm.	g.	m.	m.	° ′	° ′	sec.	m.	° ′	° ′	sec.	m.	° ′	° ′	sec.
7	10,9	700	306	0 41	1 12	1,36	219	2 27	4 38	3,71	165	5 28	11 8	6,90
7,5	13,5		318	0 39	1 6	1,31	229	2 21	4 25	3,58	175	5 3	10 5	6,62
8	16,4		328	0 38	1 2	1,28	238	2 10	4 2	3,47	184	4 44	9 6	6,38
7	10,9	650	295	0 48	1 20	1,44	214	2 42	4 55	3,86	161	5 53	11 42	7,15
7,5	13,5		305	0 45	1 15	1,40	224	2 32	4 35	3,74	171	5 27	10 37	6,86
8	16,4		314	0 43	1 11	1,37	232	2 24	4 19	3,63	180	5 7	9 49	6,60
7	10,9	600	285	0 55	1 30	1,55	209	2 57	5 13	4,01	157	6 20	12 10	7,42
7,5	13,5		293	0 53	1 25	1,51	218	2 48	4 52	3,90	167	5 53	11 11	7,11
8	16,4		300	0 51	1 21	1,48	226	2 40	4 27	3,79	175	5 35	10 25	6,90
7	10,9	550	276	1 4	1 40	1,66	203	3 16	5 35	4,20	153	6 51	13 2	7,69
7,5	13,5		283	1 1	1 34	1,61	212	3 6	5 13	4,07	163	6 21	11 46	7,34
8	16,4		289	0 59	1 30	1,58	220	2 57	4 53	3,95	170	6 4	11 13	7,21
7	10,9	500	267	1 14	1 50	1,76	197	3 37	5 59	4,39	149	7 29	13 55	7,99
7,5	13,5		274	1 13	1 45	1,72	203	3 25	5 36	4,27	158	6 58	12 37	7,66
8	16,4		279	1 9	1 41	1,68	213	3 18	5 17	4,16	166	6 36	11 41	7,41

Les éléments du tableau ci-dessus, surtout les angles de chute, montrent que la supériorité de tension appartient, comme on pouvait s'y attendre, au plus gros calibre, à égalité de vitesse initiale. Mais les différences ne sont pas tellement grandes entre les trois calibres étudiés, qu'on ne puisse se demander si l'on n'aurait pas intérêt, au point de vue de l'effet utile du tir, à donner la préférence au calibre le plus faible. Avec ce calibre, on aurait une balle moins lourde quoique suffisamment meurtrière, et on pourrait employer moins de poudre pour obtenir la même vi-

Digitized by Google

tesse initiale, ce qui amènerait à un étui moins lourd et par conséquent à une cartouche plus légère. Les approvisionnements que l'homme porte sur lui, les seuls que l'on soit absolument sûr d'avoir toujours sous la main, pourraient alors être augmentés dans de fortes proportions.

F. Pouchelon,
Capitaine d'artillerie.

Digitized by Google

LE
MATÉRIEL D'ARTILLERIE
SYSTÈME DE BANGE
A L'EXPOSITION D'ANVERS

(PL. VIII ET IX.)

Matériel envoyé à l'Exposition.

Les anciens établissements Cail ont envoyé à l'Exposition internationale d'Anvers un grand nombre de leurs produits, parmi lesquels le matériel d'artillerie tient une large place. La *Revue* est en mesure, grâce aux documents que M. le colonel de Bange a bien voulu lui communiquer, de donner à ses lecteurs la description des engins de guerre exposés par l'ancienne maison Cail.

Cette exposition comprend (deuxième section : Industrie. — Groupe V, Classe 62) :

1 canon de 340 ^{mil} sur affût de côte ;

1 mortier de 155 ^{mil} sur affût ;

1 canon de 120 ^{mil} de siège et de place, sur affût ;

1 canon de 80 ^{mil} de campagne sur affût, avec avant-train ;

1 canon de 80 ^{mil} de montagne, sur affût.

Canon de 340 ^{mil}.

Bouche à feu. — Le canon de 340 ^{mil} (pl. VIII, fig. 1), organisé en vue de la défense des côtes ou de l'armement des vaisseaux de guerre, est formé d'un tube en acier forgé, recouvert par 74 frettes également en acier.

Le premier rang de frettes s'étend sur toute la longueur

Digitized by Google

du canon, le deuxième depuis la culasse jusqu'au milieu de la volée, le troisième depuis l'arrière de la bouche à feu jusqu'en avant des tourillons. Le quatrième rang se compose de trois frettes de culasse et de la frette-tourillons.

Le système de frettage *biconique*, adopté pour cette bouche à feu, a pour but de faire concourir toutes les frettes à la résistance longitudinale du canon. Dans les systèmes ordinairement employés, les frettes ne travaillent pour ainsi dire qu'à la résistance transversale, car le tube et les divers rangs des frettes ne sont liés entre eux que par le frottement dû au serrage; or ce serrage peut en certains points être diminué ou supprimé par suite d'erreurs de construction; et, fût-il même en tous les points aussi grand que l'on a cherché à l'obtenir, le frottement produit peut ne pas suffire à empêcher le déculassement.

Le frettage biconique évite cet inconvénient et remplace avantageusement, d'après l'inventeur, les modes compliqués d'agrafage que l'on s'est efforcé de réaliser dans certains systèmes d'artillerie. Il consiste à donner à la surface extérieure du tube et aux frettes une succession de formes légèrement tronconiques, telles que toutes les pièces qui composent la bouche à feu s'emboîtent l'une dans l'autre, et constituent un tout dont les différentes parties soient solidaires. La conicité de chaque pièce est assez faible pour qu'on puisse poser les frettes sur le tube, ou les unes sur les autres, en les portant à une température relativement peu élevée; elle est assez considérable pour qu'après le refroidissement, le tube et les frettes soient invariablement reliés entre eux.

Ce principe a été appliqué au canon de 340^{mil} de la manière suivante (fig. 2) :

La surface extérieure du tube présente, à partir de la tranche arrière, une partie cylindrique très courte, puis deux troncs de cône accolés par leurs grandes bases qui se trouvent à hauteur du fossé; on trouve ensuite un nouvel évasement, suivi d'une partie cylindrique s'étendant jus-

Digitized by Google

qu'au ressaut contre lequel vient buter la frette de calage E du premier rang de frettes; à partir de ce point, le tube est conique jusque près de la bouche, où il se termine par un tronc de cône dont la grande base est à la bouche.

Les frettes du premier rang présentent des surfaces intérieures correspondant à ces formes ; la deuxième frette B, qui emboîte les deux premiers troncs du cône, empêche tout glissement vers la culasse ; la frette de calage E et la frette de bouche I empêchent tout déplacement vers la volée.

La surface extérieure du premier rang de frettes se compose, à partir de la culasse, d'une surface cylindrique très courte, puis d'un évasement qui se prolonge jusqu'à l'extrémité de la deuxième frette B. A partir de celle-ci, et jusqu'à la bouche, chacune des autres frettes présente extérieurement deux troncs de cône réunis par leurs petites bases, l'évasement étant d'environ $1^{mm},5$; chaque renflement correspond à un joint, chaque étranglement au milieu d'une frette. La frette de calage E est tronconique, la grande base en avant. Les frettes de volée, tout en conservant la forme générale indiquée ci-dessus, deviennent de plus en plus minces, de façon à dessiner la forme conique de la volée ; l'une d'elles, la frette G, présente un ressaut qui sert de butée à la dernière des frettes du deuxième rang. La dernière frette vers l'avant porte un renflement cylindrique qui constitue la plate-bande de la bouche.

Les frettes du deuxième rang ont des surfaces intérieures telles qu'elles s'appliquent exactement sur celles du premier rang, et sont placées de manière que chacune d'elles recouvre la moitié de deux frettes voisines du rang précédent.

Le deuxième rang présente des formes extérieures semblables à celles du tube, et le troisième rang est placé sur le deuxième, comme le premier sur le tube.

Le quatrième rang est simplement posé à serrage sur le troisième.

Digitized by Google

Toutes les frettes sont composées de barres d'acier enroulées et soudées.

Dans une bouche à feu frettée d'après ce système, la rupture du tube à hauteur du fossé ne peut se produire sans entraîner la rupture ou le dessoudage des trois rangées de frettes. Dans le sens longitudinal, les deux premiers rangs sont entièrement solidaires; par suite, toute disjonction dans l'un des rangs entraîne la rupture ou le dessoudage des spires de la frette correspondante de l'autre rang.

La longueur totale de la bouche à feu est de 33 calibres, et la longueur d'âme de 30 calibres. La chambre à poudre a un diamètre de 347 millimètres, supérieur de 7 millimètres seulement au calibre du canon; il en résulte, pour cette chambre, la longueur considérable de $2^{m},80$, soit $8^{cal}\,{}^{1}/_{4}$. La partie rayée a une longueur de $22^{cal},6$; elle présente 144 rayures progressives de $1^{mm},5$ de profondeur; leur profil est celui des rayures de tous les canons de Bange, c'est-à-dire un fond concentrique à l'âme, se reliant aux cloisons par des arcs de cercle. La largeur des rayures est de 5 millimètres, celle des cloisons de $2^{mm},41$.

Le système de fermeture est la vis à filets interrompus, portée par un volet. La culasse, dont le diamètre n'est que de 35 cm environ sur les secteurs lisses, a un poids relativement faible et peut être manœuvrée à la main par deux hommes, sans engrenages ni machines.

La vis-culasse est pourvue d'un obturateur double et d'un dispositif pour étoupilles obturatrices.

Le mécanisme est constitué de la façon suivante (fig. 3 et 4) :

La vis de culasse A est percée dans toute sa longueur d'un trou central dans lequel est vissée une tige B, appelée grain de lumière. Cette tige dépasse d'une certaine quantité la tranche antérieure de la vis, et présente un bourrelet P s'appuyant sur le fond d'un godet creusé dans la vis pour loger le bloc C. Ce dernier porte une rainure pour

Digitized by Google

recevoir le bourrelet P, et deux ergots S qui, après avoir traversé les encoches R du bourrelet, pénètrent dans deux mortaises T pratiquées dans le fond du godet. Sur la partie antérieure du grain se placent l'obturateur double D, la tête mobile E à tige annulaire L, et la clavette ovale F, maintenue par la goupille G. L'extrémité de la tige annulaire s'engage dans le vide du godet existant entre la vis A et le bloc C. Quand le mécanisme est monté, la vis A, le grain de lumière B et le bloc C sont invariablement liés entre eux. La tête mobile et l'obturateur peuvent tourner librement autour du grain de lumière ; ils peuvent encore prendre un léger mouvement parallèle à l'axe de la culasse : ce mouvement se produit vers l'arrière au moment du départ du coup, sous l'action des gaz de la poudre.

L'obturateur est séparé en deux parties par la tige annulaire L. Chacune de ces parties se compose des mêmes éléments que l'obturateur plastique ordinaire : galette en amiante suiffée entourée de toile, maintenue par des coupelles en étain dont les arêtes sont protégées par des bagues fendues en laiton. La tige annulaire L est percée d'un certain nombre de trous M remplis de matière plastique, de manière à permettre aux pressions de s'équilibrer dans les deux parties de l'obturateur.

Dans le tir, l'anneau obturateur extérieur presse contre les parois de la chambre, l'anneau intérieur contre le grain de lumière; toute fuite de gaz à l'arrière est rendue impossible, car la pression des obturateurs est supérieure à celle des gaz, puisque leur surface est plus petite que celle de la tête mobile. La cavité N reçoit les gaz qui pénètrent entre la tête mobile et le grain de lumière; ils y subissent une détente qui les rend moins dangereux pour l'obturateur.

Le dispositif que nous venons de décrire est complété par une étoupille obturatrice empêchant la déperdition des gaz par le canal de lumière.

L'étoupille du colonel de Bange (fig. 6) est organisée à

Digitized by Google

l'avant comme une étoupille à friction ordinaire; le grand tube *a* est serti à l'arrière sur une tête mobile *b* que traverse le rugueux *c*. La tige *d* de la tête mobile traverse un obturateur plastique *e*, et s'engage dans la tête *f*, dans laquelle elle peut se mouvoir vers l'arrière seulement. Cette tête porte un ou plusieurs gros filets de vis *g* (fig. 7), interrompus sur deux secteurs opposés égaux, permettant de fermer l'arrière du canal de lumière avec l'étoupille, comme on ferme l'arrière du canon avec la vis de culasse, au moyen d'une fraction de tour.

Sur l'arrière de la tête *f* est vissée une poignée cylindrique *h* à manivelle, que deux petits rivets *z* empêchent de se dévisser accidentellement. La poignée est munie d'une large fenêtre *s*, en regard de laquelle se déplace l'anneau *k* fixé à l'extrémité de la tige du rugueux.

Lorsqu'on met le feu à l'étoupille, la tête mobile *b* presse sur l'obturateur qui empêche toute fuite de gaz par le canal de lumière; le rugueux *c* obture lui-même le trou percé dans la tête mobile pour lui livrer passage, grâce à un renflement conique qu'il porte à son extrémité. Cette disposition du rugueux a encore l'avantage de limiter sa course vers l'arrière.

Le canal de lumière (fig. 5) porte à sa partie arrière un écrou à filets interrompus, et deux butées *p* contre lesquelles viennent s'arrêter des saillies *x* de l'étoupille, quand celle-ci a été vissée d'un quart de tour.

Pour être certain que l'on ne pourra tirer sur le rugueux que quand l'étoupille sera bien à sa position, on emploie, pour opérer cette traction, un renvoi de sonnette (fig. 4), dont le pivot est introduit dans un support *l* fixé dans la culasse. Le bras *q* de ce renvoi de sonnette porte un crochet qui saisit l'anneau du rugueux en pénétrant dans la fenêtre de la poignée de l'étoupille, ce qui ne peut se faire que si cette dernière est bien placée. A l'autre bras *r* s'accroche un tire-feu à anneau.

Affût. — L'affût de côte, monté sur châssis, présente une

Digitized by Google

assez grande analogie avec l'affût en col de cygne proposé autrefois par le colonel de Bange pour le canon de 240^{mil}. Comme ce dernier, il est construit de façon à permettre le tir dans des limites d'angles très étendues, résultat qu'il est toujours fort difficile d'atteindre pour les bouches à feu de gros calibre, en raison des conditions d'établissement des affûts au point de vue de la résistance.

L'affût proprement dit (pl. IX, fig. 8, 9 et 10) est composé de deux flasques constitués chacun par deux tôles A placées de champ, et assemblées, à l'aide de cornières, au moyen d'une plate-bande B à leur partie supérieure, et d'une tôle cintrée C à leur partie inférieure.

Une entretoise D, en tôle cintrée, réunit les deux flasques.

La tête d'affût repose sur deux systèmes de quatre galets J placés sous chaque flasque; à cet effet, chacune des sous-bandes E, rivée entre les tôles A, traverse la tôle de fond C, et est fixée à sa partie inférieure sur un balancier courbe H dont les deux extrémités reçoivent les axes I des galets. L'assemblage de ces axes avec le balancier est effectué au moyen d'une rotule qui leur permet un léger mouvement transversal. Enfin, les deux balanciers sont réunis par une entretoise G reliée par deux fortes tôles K et K′ à la plaque de dessous C.

Grâce à ces dispositions, l'axe des tourillons se trouve relevé très haut, ce qui permet de donner au canon de grandes inclinaisons; la forme cintrée de l'affût lui permet de travailler par flexion au moment du tir, au lieu de travailler par compression comme dans les affûts à flasques droits; il en résulte une diminution notable des réactions de l'affût sur le châssis; enfin, l'emploi de balanciers reliés aux pièces de sous-bandes assurent l'égale répartition, sur tous les galets, du poids de l'affût et du choc qu'il produit en retombant, après le soulèvement plus ou moins considérable qui se produit au départ du coup.

La crosse est munie de galets excentriques fonctionnant

Digitized by Google

automatiquement. Ces galets P (fig. 10), logés entre les tôles des flasques, sont montés sur des excentriques calés sur l'axe commun L. Cet axe porte en son milieu une came M qui vient buter au centre d'une contre-plaque derrière laquelle agissent trois rangées de ressorts Belleville; la tension des ressorts peut d'ailleurs être réglée à volonté au moyen d'une vis. Lorsque les ressorts agissent sur la came, l'axe L tourne d'une certaine quantité, le centre des galets P s'abaisse, et ceux-ci portent sur le châssis; c'est ce qui a lieu lors du retour en batterie. Au moment du tir, au contraire, la réaction exercée sur l'affût, c'est-à-dire sur les galets P, fait rentrer ceux-ci dans les flasques, l'axe L tournant en sens inverse du mouvement précédent et comprimant les ressorts; la crosse repose alors directement sur le châssis. Dès que le recul a pris fin, les ressorts agissent de nouveau, la crosse s'élève, et les galets portent sur les côtés du châssis. Ceux-ci ont une inclinaison suffisante pour produire le retour automatique en batterie.

Le pointage en hauteur s'opère de la façon suivante : La bouche à feu est munie d'un arc denté circulaire α, de $1^m,15$ de rayon, centré sur l'axe des tourillons et boulonné entre les oreilles β de deux frettes de pointage. Sur cet arc denté agit un pignon γ dont le palier repose sur la traverse δ. Le pignon γ est calé sur le même arbre qu'une roue ε placée à l'extérieur du flasque droit, et commandée par un pignon ζ; on fait tourner ce dernier à la main, au moyen d'une manivelle à poignée équilibrée sur son axe par un contrepoids, de façon à rendre la manœuvre plus facile.

La Hausse se place dans un canal percé dans la frette de pointage arrière, et le guidon, dans un canal de la frette de pointage avant. Ces frettes portent chacune deux logements symétriques par rapport à l'axe de la bouche à feu. Celle-ci étant rayée à droite, ce sont les logements de droite qui seront le plus souvent utilisés pour le poin-

Digitized by Google

tage. Ceux de gauche pourront servir à un repérage en avant ou en arrière.

L'affût ne porte pas de frein de pointage : le canon, en équilibre sur ses tourillons, garde de lui-même l'inclinaison qui lui est donnée.

Le châssis se compose de deux côtés, formés chacun de deux tôles Q qui sont assemblées, à l'aide de cornières, au moyen de plates-bandes R ; les côtés sont entretoisés par deux fortes traverses S placées aux deux bouts, et deux traverses intermédiaires T. La partie supérieure des côtés porte un rail N qui dirige le mouvement des galets J.

A la partie antérieure du châssis est fixé un double frein hydraulique, dont les pistons sont fixes et les corps de pompe mobiles. Les tiges U des pistons sont fixées à la traverse antérieure S. Les corps de pompe, reliés entre eux à leurs deux extrémités, sont guidés à l'arrière par une glissière X et à l'avant par des patins Y coulissant sur les bords de la plate-bande supérieure des côtés du châssis.

La traverse Z, qui relie les deux cylindres à l'avant, est assemblée à rotule avec une forte bielle W, dont l'autre extrémité est assemblée également à rotule avec l'entretoise G qui réunit les deux babanciers. Ce mode de liaison de l'affût et du châssis, par l'intermédiaire du frein, oppose au soulèvement de l'affût une certaine composante de la résistance du frein, et évite tout choc brusque et tout soulèvement du châssis.

Un dispositif spécial remplace, dans le fond des cylindres, la boîte à étoupes qu'on y place d'ordinaire pour obtenir l'obturation autour de la tige du piston. Ce dispositif (fig. 11) consiste en un obturateur plastique double *g*, compris entre une tête *t* et un bouchon *h*. Pour pouvoir donner à cet obturateur le serrage initial convenable, et aussi pour pouvoir remédier aux légères pertes de matière plastique qui peuvent se produire, le bouchon *h* est traversé par un canal *i* rempli de matière plastique. Une vis

Digitized by Google

j, garnie à l'avant d'un petit système obturateur, permet de forcer une partie de la matière plastique du canal *i* à passer dans l'obturateur *g*.

Des chaînes *a* (fig. 8) sont fixées, d'un côté à la crosse, de l'autre au châssis par l'intermédiaire de forts ressorts *n*. Elles servent, dans le retour en batterie, à arrêter l'affût à la position convenable, résultat auquel tend encore la forme brisée de la partie supérieure des côtés du châssis, sur laquelle portent les roulettes arrière P. Les chaînes *a* peuvent encore servir, dans le cas où le frein ne fonctionnerait pas, à limiter le recul; les ressorts *n* sont alors comprimés en sens inverse. Les tampons *c* placés à l'arrière du châssis, concourent aussi à arrêter le mouvement de recul.

Le châssis porte sur un pivot central *d* placé sur la verticale du centre de gravité de tout le système, l'affût étant en batterie, et sur deux voies circulaires *e*, par l'intermédiaire de sabots *f* fixés sous les côtés. La hauteur des sabots est réglée, au moyen d'un système de vis et de plans inclinés, de façon que, pendant le pointage en direction, ils soient très rapprochés des voies circulaires sans les toucher. Au moment du recul, les sabots portent sur les voies circulaires.

Au châssis est adaptée une grue de chargement composée d'un levier courbe *k* portan à l'extrémité d'un de ses bras la lanterne à projectile *m*, et muni à l'autre bras d'un arc denté *s* commandé par un pignon *t*. Ce pignon est manœuvré au moyen de deux leviers à encliquetage *l*.

Un palier de chargement *p* est établi sur l'affût à une hauteur convenable pour permettre le service de la pièce.

La plate-forme se compose de trois rangées de gîtes en bois de chêne superposés, ayant chacun 30 centimètres d'équarrissage; le tout est noyé dans le ballast et repose sur un lit de béton.

Digitized by Google

Le tableau suivant réunit les données numériques relatiles au canon de 340^{mil} et à son affût :

Calibre sur les cloisons		340^{mm}
Longueur totale (entre la tranche de culasse et la tranche de la bouche)		11^{m},06
— en calibres		33
Longueur d'âme		10^{m},48
— en calibres		30
Chambre à poudre	Longueur	2^{m},80
	Diamètre	347^{mm}
Rayures	Longueur de la partie rayée	7^{m},68
	— en calibres	22,6
	Nombre de rayures	144
	Profondeur	1^{mm},5
	Largeur des rayures	5^{mm}
	Largeur des cloisons	2^{mm},41
	Rayon de l'arc de cercle raccordant le fond de la rayure à la cloison voisine	2^{mm}
	Inclinaison à l'origine	0°30′
	Inclinaison à la bouche de la pièce	7°
Poids du canon		37 500^{kg}
Prépondérance de culasse		0
Poids de la charge		180^{kg}
Densité de chargement		0,8
Longueur du projectile allongé		1^{m},27
— en calibres		3$^{3}/_{4}$
Poids du projectile en acier		de 420 à 550^{kg}
Poids de l'affût et du châssis avec freins, etc.		54 000^{kg}
Angle de tir	Minimum	— 15°
	Maximum	+ 33°
Hauteur de l'axe des tourillons au-dessus de la plate-forme		3^{m},50
Hauteur du palier de chargement au-dessus de la plate-forme		2^{m},50
Vitesse initiale probable		650^{m}
Portée maximum probable		18^{km}

Digitized by Google

Mortier de 155^{mil}.

La bouche à feu présentée par l'usine Cail sous le nom de mortier de 155^{mil} est le canon réglementaire de 155^{mil} court. L'affût ne diffère qu'en quelques points de notre affût modèle 1881.

Dans ce dernier, l'essieu placé en avant des flasques est porté par des consoles d'essieu, et sa liaison avec le corps d'affût est assurée par deux tirants. Les roulettes sont portées par des balanciers munis de chaînes de retenue, et lorsqu'on a calé les balanciers au moyen des cames, il faut soulever l'arrière de l'affût pour faire porter l'avant sur les roulettes. Pour les transports, on fait usage d'une fausse flèche.

Dans l'affût exposé à Anvers, les tôles des flasques ont été renforcées de 1 millimètre, ce qui porte leur épaisseur à 9 millimètres. L'essieu traverse les flasques vers le milieu de leur largeur ; il est renforcé par une forte entretoise creuse et les tirants sont supprimés. Sur l'essieu est monté, de chaque côté de l'affût, un balancier qui porte une roulette à son extrémité antérieure, et à son extrémité postérieure une chape dans laquelle on embarre avec un levier de manœuvre pour faire porter la roulette sur la plate-forme. Une dent-de-loup, qui s'engage dans une roue à rochet portée par le balancier, empêche celui-ci de se déplacer tant que l'affût doit reposer sur ses roulettes. Pour dégager ces dernières, il suffit de faire sauter la dent-de-loup, et l'affût retombe sur ses flasques. Les roulettes, ainsi disposées, ne tendent pas à se placer sous l'essieu quand l'affût se soulève au commencement du recul.

Par suite de la position de l'essieu, il faut employer, pour les transports, un avant-train spécial à roues basses auquel l'affût est réuni sans l'intermédiaire d'une fausse flèche.

Ce modèle d'affût ne pèse, sans roues, que 1 025 kg ; il est présenté, néanmoins, comme devant avoir une résistance suffisante.

Digitized by Google

Canon de 120^{mil} de siège et de place.

Canon et affût sont du type réglementaire. L'affût est muni du frein hydraulique de Saint-Chamond.

Canon de 80^{mil} de campagne.

La pièce et l'affût sont conformes au modèle réglementaire; l'affût ne porte pas d'étui pour boîtes à mitraille.

L'avant-train est en fer; le coffre à munitions en tôle d'acier, s'ouvrant par l'arrière, est rivé sur l'avant-train; il contient trente coups. Les charges sont au milieu, dans six porte-charges en cuir; les projectiles sont placés dans six porte-obus, trois de chaque côté des charges. Deux cases libres, au-dessus des porte-obus, reçoivent deux boîtes à mitraille et les outils.

Canon de 80^{mil} de montagne.

La bouche à feu est identique au canon réglementaire.

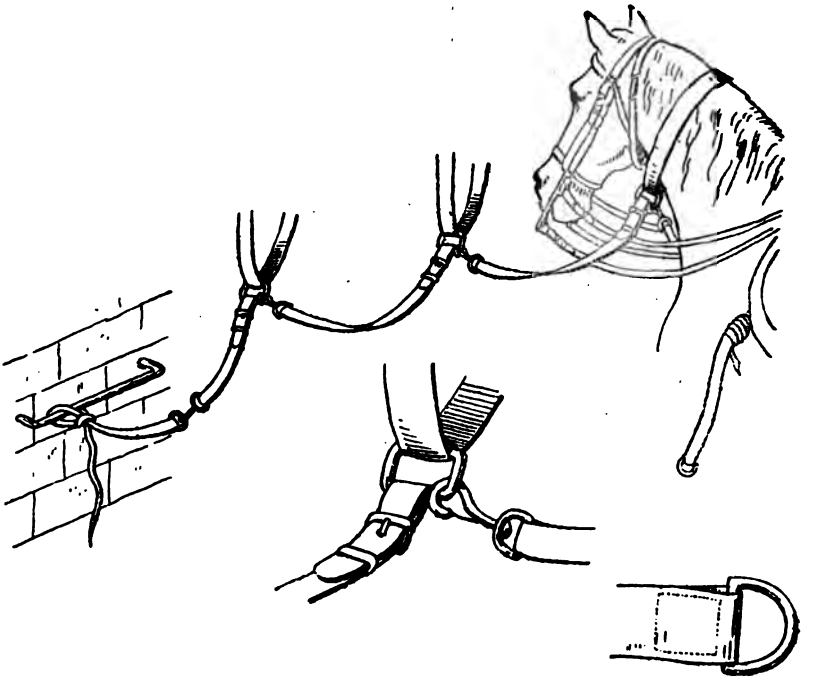
L'affût ne comporte pas de rallonge de flèche. Son poids, sans roues, est de 110 kg, inférieur de 67 kg à celui de l'affût modèle 1880 muni de sa rallonge. En raison du peu de longueur de la flèche, l'angle de recul est de 35°30′, tandis qu'il n'est que de 27° dans l'affût en service. Le recul est limité par deux enrayures à ressort, analogues à celles qui étaient employées avec l'affût modèle 1878. Le matériel peut être traîné sur roues au moyen d'une limonière, ou porté à dos de mulet, sur des bâts peu différents de ceux qui sont employés dans nos batteries de montagne, mais d'un modèle unique pour le chargement de la pièce, de l'affût et des roues.

A chacun des canons de 80^{mil}, 120^{mil} et 155^{mil} est joint un deuxième appareil de fermeture à obturateur double avec dispositif pour étoupille obturatrice, semblable à celui du canon de 340^{mil} décrit plus haut.

Digitized by Google

RENSEIGNEMENTS DIVERS

France : Longe perfectionnée. — La *Revue de cavalerie* propose à la longe actuellement en service une légère modification qui réaliserait un progrès important au point de vue de la rapidité et de la simplicité du mode d'attache, dans toutes les circonstances où l'on met pied à terre sans desseller.



La modification consiste à couper la longe en deux à $0^m,60$ de l'enchapure, à garnir l'extrémité inférieure de la courte-longe d'un porte-mousqueton, et l'extrémité supérieure de la grande-longe d'une boucle.

On attache les chevaux les uns aux autres en séparant

Digitized by Google

le porte-mousqueton de sa boucle pour l'accrocher à la boucle du collier voisin.

Quand on ne débride pas, il faut avoir soin de passer la courte-longe par-dessus les rênes pour les empêcher de tomber.

Ce procédé, très utile à la cavalerie, s'appliquerait également à l'artillerie. Les chevaux des cadres pourraient être attachés aux attelages et, dans les batteries à cheval, on relierait entre eux les quatre chevaux d'un même rang de servants.

France : Poudre verte. — Le *Crédit minier* donne la composition et les propriétés d'une nouvelle substance explosive désignée sous le nom de *poudre verte*.

Cette poudre se compose de quatorze parties de chlorate de potasse, quatre d'acide picrique, et trois de prussiate jaune de potasse. Chacune de ces substances doit être desséchée séparément dans une étuve à 100 degrés, puis réduite en poussière. Le mélange s'opère dans des vases en verre, ou mieux dans des tonnes en bois contenant des gobilles également en bois, dont le but est d'éviter la formation des petites masses de chlorate de potasse qui tendent à se produire.

La poudre verte a une puissance explosive égale à celle de la dynamite. Sa fabrication est plus facile, moins coûteuse et moins dangereuse. Elle est assez hygrométrique, mais néanmoins se conserve bien dans des cartouches en carton. Sa couleur est jaune au moment de la fabrication ; elle ne verdit qu'au bout de quelques jours.

Les expériences ont prouvé que, pour obtenir de cette substance les plus grands effets possibles, il faut l'employer à l'état comprimé dans des enveloppes d'une résistance moyenne.

Ses applications sont celles de la dynamite ; elle pourra encore rendre des services dans la fabrication de certains artifices.

Digitized by Google

Allemagne : Manœuvres de forteresse. — Le 1er août ont commencé à Cologne des manœuvres de forteresse comprenant : 1° l'armement des deux nouveaux forts nos III et IV et des ouvrages intermédiaires ; 2° les travaux de siège à exécuter dans le même secteur. Les régiments d'artillerie à pied nos 3, 4 et 7 prennent part aux exercices d'armement. Le 7e régiment est caserné dans les forts nos III et IV ; les 3e et 4e régiments sont cantonnés dans les localités voisines.

(*Deutsche Heeres-Zeitung*, n° 59.)

Allemagne : Voyage d'état-major. Exercices de la réserve de recrutement. — Le grand état-major commencera vers le 15 août son voyage annuel ; il visitera les provinces de Posen et de la Prusse occidentale, sous la direction du général de Waldersee.

Cette année, 45 698 réservistes de recrutement sont convoqués pour des périodes d'exercices annuelles de dix, quatre et deux semaines. Pour le royaume de Prusse, 15 498 hommes, appelés pour la première fois, accomplissent une période de dix semaines et sont organisés en compagnies ou détachements spéciaux ; les hommes convoqués pour la deuxième fois, au nombre de 10 000, sont exercés en même temps que ceux de la première série, pendant les quatre dernières semaines de la période d'exercices ; enfin 8 500 hommes, appelés pour la troisième fois, sont versés pendant deux semaines dans les compagnies des régiments actifs, sauf pour l'artillerie à pied, où les réservistes de cette catégorie prennent part aux exercices des cinquième et sixième semaines des hommes de la première série.

Les réservistes de recrutement sont répartis entre l'infanterie, les chasseurs, l'artillerie à pied, les pionniers, le train. C'est la première fois qu'on attribue au train des hommes provenant de la réserve de recrutement.

(*Vedette*, n° 57. — *Revue militaire de l'Étranger*, n° 622.)

Digitized by Google

Angleterre : Éclairage électrique du guidon. — Il arrive parfois, à la tombée de la nuit, qu'on aperçoit encore suffisamment un but d'une certaine étendue pour que le pointage soit possible, mais que cette opération est gênée par le peu de netteté avec laquelle apparaît le guidon. M. Walter Winaus, de Brighton, a imaginé, pour remédier à cet inconvénient, de fixer près de la bouche du canon une petite lampe à incandescence, alimentée par une pile placée sous l'affût. La lampe est munie d'un obturateur percé d'un trou ; en disposant convenablement l'obturateur, on envoie un jet de lumière sur le guidon, qui apparaît comme un point brillant assez nettement défini pour que l'on puisse prendre la ligne de mire.

(D'après l'*Engineering*, n° 1021.)

Angleterre : La torpille Paulson. — L'*Engineering* donne la description d'une torpille automatique, imaginée par M. Paulson, dans laquelle le moteur est l'acide carbonique liquéfié. Ce liquide est introduit dans un réservoir, d'où il s'échappe par une soupape réglée, soit à la main, soit automatiquement, dans un injecteur dont l'eau est en communication directe avec la mer. L'acide carbonique, aussitôt libre, se vaporise à la surface de l'eau de l'injecteur, et sous la pression des gaz produits, l'eau est refoulée dans deux machines rotatives actionnant deux hélices.

La direction est donnée au moyen d'une boussole dont l'aiguille est encadrée entre deux taquets. A la moindre déviation de la torpille, l'aiguille frappe l'un ou l'autre taquet, et établit une communication électrique qui ouvre davantage le robinet d'admission de l'eau dans une des machines rotatives, et ferme le robinet de l'autre d'une quantité égale. Dès lors, l'une des hélices accélère son mouvement, l'autre le ralentit, et la torpille reprend la bonne direction. Un dispositif spécial, dans lequel entre une deuxième boussole, est installé pour le cas où la boussole-gouvernail serait déviée accidentellement par le voi-

Digitized by Google

sinage d'une masse de fer : si cet accident se produit, l'effet de la première boussole est contrarié par celui de la seconde, et la direction primitive se conserve.

L'appareil se maintient à la profondeur à laquelle il doit naviguer au moyen d'un régulateur composé d'un diaphragme flexible sur lequel l'eau agit plus ou moins suivant la hauteur d'immersion de la torpille. Ce diaphragme communique, au moyen d'un système de leviers, avec deux palettes qui restent horizontales tant que la hauteur d'eau reste la même, et s'inclinent dès qu'elle varie, de façon à ramener l'appareil à la profondeur voulue.

La torpille déroulo derrière elle un fil électrique au moyen duquel on peut la diriger de la côte ou du bateau qui l'a lancée; aussitôt que ce fil est complètement déroulé, il se détache de lui-même de la torpille, qui se gouverne alors automatiquement.

Autriche-Hongrie : Papier explosif. — L'*Army and Navy Gazette* annonce qu'un sieur Petey, de Vienne, a pris un brevet pour l'invention d'un papier explosif plus puissant que la dynamite et d'un prix de revient très peu élevé. Cet ingrédient s'obtient en trempant du papier brouillard ordinaire dans le mélange ci-après : dix-sept parties de prussiate jaune de potasse, trente-cinq parties de sel raffiné, dix-sept parties de charbon de bois, soixante-dix parties de chlorate de potasse, enfin dix parties d'amidon de blé, le tout mis dans dix fois son poids d'eau portée à l'ébullition. Le papier est ensuite séché et coupé par bandes, que l'on roule en cartouches.

Belgique : La nitrocolle. — On vient de découvrir en Belgique une nouvelle substance explosive, la nitrocolle, aussi puissante que la nitroglycérine, mais d'une préparation plus facile et plus économique. Pour obtenir la nitrocolle, on laisse reposer de la colle forte dans de l'eau froide jusqu'à ce que la première ait absorbé autant d'eau

Digitized by Google

qu'elle peut en contenir. On fond ensuite la matière à une température modérée, en ajoutant de l'acide nitrique en quantité suffisante pour empêcher la solidification. On traite par un mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique, de la même façon que dans la préparation de la nitroglycérine. Enfin, le produit est soumis à plusieurs lavages qui le débarrassent de son excès d'acide. Il sert aux mêmes usages que la nitroglycérine. (*Belgique militaire.*)

Espagne : Armes portatives. — Des fusils et mousquetons à répétition des systèmes Lee, Kropatscheck et Winchester ont été mis en service dans quelques corps d'infanterie et de cavalerie à titre d'essai.

Il sera brûlé 400 cartouches par fusil pendant l'année et, à la fin de chaque semestre, des rapports seront adressés au ministre sur le fonctionnement de ces armes.

Les expériences ont pour but de permettre de comparer entre eux le système des chargeurs mobiles et celui des fusils à magasin intérieur à l'arme.

Un revolver, du système Smith et Wesson, modifié par M. Orbea, a été recommandé aux officiers par un ordre royal. Ce revolver est analogue à celui qui est réglementaire en Russie.

Les principales dimensions de l'arme et de la cartouche sont données ci-après :

Longueur du revolver	250^{mm}
Longueur du canon	125
Calibre au fond des rayures	11
Diamètre entre les cloisons	10,7
Calibre de la balle	11
Longueur de la balle	19,8
Longueur de la cartouche	36,5
Poids du revolver	890^{g}
Poids de la balle	16,6
Poids de la charge	1,3
Vitesse initiale	192^{m}

Digitized by Google

Les données sur la justesse de cette arme sont indiquées ci-dessous :

Portées		m.	25	50	75	100	125	150	175	200
Écarts probables	en hauteur.	cm	4	7	10	14	20	27	37	50
	en direction.	cm	4	7	9	13	18	24	34	46

(*Revue militaire de l'Étranger*, n° 621, et *Revista cientifico-militar*, n° 11.)

Italie : Organisation de régiments alpins. — Par décret royal en date du 22 mars 1885, les 20 bataillons alpins, comprenant 72 compagnies, sont groupés en 6 régiments, dont les cinq premiers sont chacun à trois bataillons, tandis que le sixième en compte cinq.

Le tableau suivant donne les noms et les emplacements des régiments, des bataillons et le nombre de compagnies de chaque bataillon :

NUMÉROS des régiments.	GARNISONS du dépôt et de l'état-major.	NOMS des bataillons.	SIÈGE du commandement des bataillons.	NOMBRE de compagnies de chaque bataillon.
1	Mondovi.	Haut Tanaro.	Pieve-di-Teco.	3
		Val Tanaro.	Ceva.	3
		Val Pesio.	Chiusa-di-Pesio.	4
2	Bra.	Col de Tende.	Borgo-San-Dalmazzo.	4
		Val Stura.	Demonte.	4
		Val Maira.	Dronero.	4
3	Savigliano.	Val Chisone.	Fenestrelle.	4
		Val Dora.	Suze.	3
		Mont-Cenis.	Rivoli (Doire ripuaire).	3
4	Turin.	Val Pellice.	Pignerol.	4
		Val Orco.	Cuorgnè.	3
		Vallée d'Aoste.	Aoste.	4
5	Milan.	Valteline.	Sondrio.	4
		Haute Valteline.	Tirano.	4
		Val Camonica.	Breno.	4
6	Conegliano.	Monts-Lessini.	Vérone.	3
		Val Schio.	Schio.	3
		Val Brenta.	Bassano.	3
		Cadore.	Pieve-di-Cadore.	4
		Val Tagliamento.	Gemona.	4

Les compagnies restent numérotées de 1 à 72.

Digitized by Google

En cas de mobilisation, un certain nombre de compagnies alpines de milice mobile viendraient renforcer ces régiments, qui en recevraient, le 1er deux, les 2e, 3e et 5e chacun trois, le 4e quatre, et le 6e cinq.

Russie : Expériences de tir contre des grilles en fer. — Une expérience de tir fut exécutée l'an dernier, au polygone d'Oust-Ijora, contre une grille en fer considérée comme remplaçant un mur d'escarpe. On tira 64 obus de 24 livres à la distance de 1 170 mètres, à la charge de 3 livres ($1^{kg},230$); l'angle de chute était de 10 degrés.

La grille avait 17 mètres de long et $4^{m},25$ de haut ; elle se composait de huit montants, reliés par deux traverses horizontales, et fixés à des semelles en bois enfoncées dans le sol ; il y avait neuf barreaux dans chaque intervalle des montants.

Treize barreaux furent brisés, huit furent courbés.

A la suite de ces essais, le directeur du polygone émit l'avis que les grilles en fer peuvent être sérieusement endommagées par le canon de 24 livres ; cependant les dégâts produits diminueraient peu leur valeur comme obstacle à l'escalade, en livrant tout au plus passage à des hommes isolés et nullement à une colonne. De plus, le défenseur peut rapidement boucher les ouvertures avec du fil de fer pendant que le feu de l'assaillant diminue d'intensité. Le directeur du polygone demande qu'il soit fait de nouvelles expériences dans le but de déterminer approximativement le nombre de projectiles nécessaires pour faire une brèche praticable.

Le Comité d'artillerie conclut, au contraire, que les éclats d'obus produisent dans les grilles en fer des dégâts de peu d'importance. Celles-ci peuvent d'ailleurs être placées suffisamment près de la contrescarpe pour n'avoir pas à craindre le feu de l'assaillant.

Pour atteindre une grille d'escarpe, il faudrait que l'angle de chute fût d'environ 20 degrés ; et le tir, tel qu'il a été

Digitized by Google

pratiqué pendant les essais, ne pourrait s'exécuter que contre une barrière fermant une entrée de place.

Le Comité a ordonné l'exécution des expériences suivantes pour déterminer dans quelles conditions on pourrait ouvrir une brèche praticable, soit dans une grille servant de barrière, soit dans une grille établie dans un fossé :

1° Tir de plein fouet contre une grille non défilée avec le canon léger, ou avec le canon lourd de 6 pouces, mod. 1877, suivant la distance ;

2° Tir des mêmes canons contre une grille défilée sous un angle inférieur à 10 degrés et à la distance de 1 300 mètres environ ;

3° Tir du mortier de 8 pouces en acier, mod. 1877, contre une grille défilée, sous un angle d'environ 20 degrés.

(*Journal d'artillerie russe*, 1884, 9e livraison.)

Russie : Essai de tonneaux en carton pour le transport de la poudre. — En 1879, la Russie avait mis en essai différents types de tonneaux en carton pour le transport de la poudre. L'un d'eux était formé par deux feuilles de carton séparées par une feuille de zinc. Ils devaient être employés dans les pays très chauds, où les pièces des tonneaux ordinaires en bois se disjoignent trop facilement. A cette époque les résultats n'avaient pas paru suffisants pour faire adopter les nouveaux récipients.

Un nouvel essai fut tenté récemment à l'occasion d'un transport de 17 200 kg de poudre à effectuer de Saint-Pétersbourg à Tachkent. La poudre était renfermée dans une enveloppe en caoutchouc placée à l'intérieur du tonneau en carton. Celui-ci était entouré de feutre renforcé par un treillis de corde. On expérimenta 300 récipients de ce genre. D'Orenbourg à Tachkent le transport se fit à dos de chameau, chaque animal portant 4 tonneaux.

Cet essai donna de mauvais résultats; la plupart des tonneaux subirent des dégradations pendant le transport et une forte proportion de poudre se trouva avariée. On a

Digitized by Google

renoncé à employer ce mode de transport, mais les tonneaux existants seront utilisés pour la conservation de la poudre dans les magasins du Turkestan ou pour les trajets de courte durée.

(*Journal d'artillerie russe*, 1884, 10e livraison.)

Suède : La romite. — Un ingénieur suédois, M. Sjöberg, vient de découvrir une substance brisante qu'il appelle *romite*. C'est un corps solide ne contenant ni nitroglycérine, ni coton-poudre, ni composé chimique analogue. L'explosion ne peut être produite qu'en vase clos et au moyen d'une capsule de dynamite : elle a lieu même aux températures les plus basses. Ce corps peut être fabriqué sans un outillage compliqué et son prix de revient serait très inférieur à celui des substances qui contiennent de la nitroglycérine. Un quintal coûterait à peine 50 francs.

Divers essais ont été faits, sous la direction d'un capitaine d'artillerie, auprès de la forteresse de Vaxholm.

Quatre projectiles de $7^{kg},650$ contenant 535 grammes de romite, furent tirés à la charge de $1^{kg},270$ dans un canon de 10c se chargeant par la bouche; la vitesse initiale était de 400 mètres environ. Aucun des projectiles ne fit explosion dans la pièce. On fit éclater aussi des cartouches de cette substance dans des trous de mine creusés dans le rocher à une profondeur atteignant jusqu'à $2^{m},40$. Tandis que les substances explosives connues brisent les rochers en petits morceaux, la romite détache d'énormes blocs dont le volume, dans les expériences précédentes, dépassa même 4 mètres cubes. On essaya de l'enflammer au moyen d'un cordeau porte-feu et d'une étoupille ; non seulement elle ne fit pas explosion, mais elle ne brûla pas. On en plaça $4^{kg},500$ au milieu de copeaux de bois et de substances très inflammables et on mit le feu. On n'obtint pas l'explosion ; la romite fut seulement complètement carbonisée.

(*Revue militaire de l'Étranger*, n° 626.)

Digitized by Google

Suisse : Expériences sur des substances explosives. — Le *Progrès militaire* rend compte d'essais comparatifs exécutés en Suisse, avec le coton-poudre, la gélatine explosive et la dynamite, dans le but de déterminer laquelle de ces substances convient le mieux pour les usages de la guerre. Les résultats obtenus jusqu'à présent n'ont pas été assez concluants pour permettre au Bureau fédéral du Génie de se prononcer.

En ce qui concerne la dynamite, on a constaté une fois de plus que, si la dynamite gelée détone difficilement, ses effets sont, en revanche, plus considérables que ceux de la dynamite ordinaire.

Pour le coton-poudre et la gélatine explosive, voici quelques-unes des expériences exécutées :

Un obus de 12^{c} est brisé par une charge de 180 grammes de coton-poudre comprimé. Pour obtenir le même résultat avec la gélatine explosive, il faut en employer 360 grammes.

Une plaque en tôle de fer de Suède de 19 millimètres d'épaisseur, reposant sur deux poutres en bois, est courbée en équerre, sans fissures, avec 360 grammes de coton-poudre. Avec 550 grammes de gélatine explosive, on obtient à peu près le même effet ; cependant la courbure est moins prononcée.

Une charge de 180 grammes de coton-poudre, placée librement sur un rail de chemin de fer, sans bourrage, le détruit sur une longueur d'environ 32 cm. Une charge de 330 grammes de gélatine explosive produit à peu près le même effet.

Des expériences faites sur différents matériaux ont montré, comme les précédentes, que la force du coton-poudre comprimé est, à égalité de poids, à peu près double de celle de la gélatine explosive.

Digitized by Google

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE.

La Guerre moderne (1re partie), par V. Derrécagaix, colonel d'infanterie breveté, commandant en second l'École supérieure de guerre. Paris, Baudoin, 1885.

C'est à l'*ignorance des nouveaux procédés de guerre* que M. le colonel Derrécagaix attribue nos récentes défaites; c'est par cette cause qu'il explique leur continuité. Aussi s'est-il donné la tâche patriotique « d'analyser, de faire connaître à fond et de commenter les procédés de guerre qui ont donné la victoire à nos ennemis ».

La première partie de l'ouvrage traite de la *stratégie,* la deuxième partie traitera de la *tactique.* Ce sont les deux grandes divisions adoptées par l'auteur; elles répondent aux deux définitions de Jomini : « La stratégie est l'art de diriger les armées sur les théâtres d'opérations; la tactique est l'art de les diriger sur le champ de bataille. » Une troisième partie pourrait être consacrée à l'étude de quelques questions d'histoire militaire; l'auteur a préféré se servir des exemples historiques comme de démonstrations aux principes qu'il émet et les rapprocher de ces principes. Son œuvre n'y peut que gagner en intérêt et les citations historiques, pour être éparses dans les diverses parties du volume, n'en frappent que plus vivement l'esprit.

Les subdivisions de la première partie répondent à la succession des opérations qui ont pour résultat d'amener les armées sur le champ de bataille :

L'organisation des armées;
La préparation de la guerre;
Les opérations.

I. — L'auteur, après avoir défini la *guerre,* étudie les

Digitized by Google

éléments qui constituent la puissance des armées et compare les institutions militaires actuelles de quelques puissances. L'Angleterre exceptée, presque toutes se sont inspirées de l'Allemagne; et, en effet, une organisation militaire permettant de mettre sur pied 1 200 000 combattants en 18 jours, s'imposait comme modèle.

« Tout État voisin de l'Allemagne qui ne saura pas atteindre, au moins approximativement, la promptitude et la précision de sa mobilisation restera sans sécurité contre une invasion [1]. »

Les grandes lignes de l'organisation allemande sont sobrement et nettement dessinées; le lecteur trouvera ensuite, en quelques pages, des données sommaires, mais suffisantes, sur l'état militaire comparé de la Russie, de l'Italie, de la France et de l'Angleterre.

La puissance militaire ne dépend pas seulement des effectifs à mettre en ligne, mais aussi de la constitution du commandement et de la manière dont ce commandement est exercé. Le commandement doit être unique, il n'est pas bon qu'il soit exercé à distance; les délégués civils aux armées, les commandants en second suppléants du général en chef, sont des rouages toujours inutiles et souvent dangereux.

Les qualités du général en chef, celles de ses subordonnés et les devoirs des uns et des autres sont ensuite analysés. L'auteur insiste sur la part qui revient dans le succès aux *corps d'officiers,* instrument d'exécution aux mains du commandant de l'armée. « Ils constituent une force redoutable qui peut à elle seule gagner des batailles, qu'il faut, en conséquence, ménager avec sollicitude, cultiver avec un soin jaloux, dont il faut soutenir, encourager les efforts, relever le prestige, exalter le mérite. » Rien de plus exact que la manière dont M. le colonel Derrécagaix apprécie le rôle des corps d'officiers, rien de plus efficace

---

[1] Réflexion attribuée à l'archiduc Albert.

Digitized by Google

que les moyens qu'il indique pour élever ces corps à la hauteur de ce rôle.

Les premiers principes d'organisation étant posés, on se propose de *former une armée*; ici se présentent les questions suivantes : Quel sera son effectif? Comment sera-t-elle fractionnée et comment seront groupés ses éléments? Quelle est l'importance qu'il convient d'attribuer aux services accessoires? La lecture attentive du paragraphe intitulé : *Formation des armées* donnera les idées les plus nettes sur ces diverses questions. Les chiffres de 150 000 hommes pour une armée, de 30 000 hommes pour un corps d'armée, le nombre de 3 à 5 corps d'armée par armée, données généralement admises, ne sont pas choisis au hasard. L'expérience des guerres récentes, les études des gens compétents, ont fourni les éléments des raisonnements rigoureux dont ces données sont la conclusion mathématique.

De ce chapitre, rempli d'idées justes et de renseignements utiles, nous citerons seulement les lignes suivantes relatives à la nécessité de doter le corps d'armée d'une artillerie de corps indépendante :

« Le front que prend l'artillerie de corps indique d'habitude la ligne de bataille de tout le corps d'armée. Si on la répartissait entre les divisions comme cela a été plusieurs fois proposé, on retirerait au commandant du corps d'armée son moyen le plus efficace pour imprimer une direction au combat et pour obtenir la supériorité sur le point décisif. Le chef du corps d'armée doit donc avoir seul le droit de disposer de son artillerie de corps. »

II. — La *préparation à la guerre* comprend deux périodes, celle qui précède et celle qui suit la déclaration de guerre. Pendant la première période, sont exécutés les travaux d'étude concernant les théâtres d'opérations, les ressources de l'ennemi, les plans de campagne, etc. La deuxième période est celle de la préparation active pour laquelle le

Digitized by Google

généralissime peut tirer un parti considérable d'une bonne organisation militaire et des travaux du temps de paix.

Entre tous les travaux du temps de paix, ceux qui ont pour objet l'étude des voies de communication ont une importance capitale. « Un réseau de chemins de fer bien tracé et permettant aux forces d'un pays d'être concentrées dans le moins de temps possible, est une arme offensive de premier ordre. Il constitue, en même temps, un instrument de défense plus efficace que les forteresses mêmes. Car la première condition à remplir pour être en mesure de se défendre, est de rassembler, en temps opportun, sur la frontière, des forces suffisantes pour en interdire l'accès à l'ennemi. Il suit de là, que le premier soin d'une nation qui aurait à organiser la défense de ses frontières ne serait pas de s'envelopper d'une ceinture de places fortes, mais de couvrir son territoire d'un réseau de voies ferrées qui lui assurerait la concentration la plus rapide. »

Mais l'importance si grande des voies ferrées dans la guerre moderne ne doit pas faire négliger l'étude des routes ordinaires, puisque ce sont celles-ci qui conduisent les armées vers les points décisifs des théâtres d'opérations. « Aussi, devrait-on désormais, dans les grands états-majors, avoir un service permanent de voyages dans les pays étrangers. Les officiers chargés de ces missions auraient un itinéraire déterminé. Les lignes d'opérations principales répondant à des éventualités prévues seraient d'abord étudiées. On y rattacherait les lignes intermédiaires et transversales, puis les accidents de terrains et les positions. Ces premiers travaux, classés par projets d'opérations, seraient sans cesse tenus au courant et serviraient de base pour les diverses combinaisons qui auraient été arrêtées à l'avance. »

Quant aux communications fluviales, la guerre moderne paraît devoir en faire un usage relativement restreint.

A l'étude des *théâtres d'opérations* se rattache le rôle des divers obstacles naturels ou artificiels; l'auteur fait res-

Digitized by Google

sortir l'utilité de la fortification, « en particulier dans un pays comme la France, exposé à des agressions subites ou menacé par des inimitiés éternelles ». Mais, plus loin, il rappelle ce conseil donné par un officier supérieur prussien : « Il faut se mettre en garde contre une trop grande confiance dans l'efficacité de la fortification pour la sécurité du pays, et contre la préférence donnée au bouclier au détriment du glaive. »

L'étude des *objectifs stratégiques,* des *bases* et des *lignes d'opérations,* est l'objet d'importants développements et d'intéressantes discussions. Les exemples que M. le colonel Derrécagaix met à l'appui, sont parfaitement choisis ; ce sont des récits pleins de clarté, écrits dans un style sobre et saisissant. Citons, par exemple, l'analyse du dernier épisode de la campagne de 1870-1871, et de cette combinaison hardie qui porta Manteuffel sur les communications de notre malheureuse armée de l'Est. En un petit nombre de pages, l'auteur dépeint la situation au moment où le général prussien reçoit le commandement; il discute les partis à prendre, il fait ressortir les avantages de la solution adoptée, solution que le maréchal de Moltke jugeait ainsi : « Cette opération est extrêmement hardie, mais elle peut amener les plus grands résultats. Si Manteuffel subissait un échec, il ne faudrait pas le blâmer, car il faut bien risquer quelque chose pour obtenir de grands succès. »

La préparation du temps de paix comprend, avons-nous dit, des projets d'opérations établis d'après un certain nombre d'hypothèses. L'auteur refuse, avec raison, à ces projets la dénomination de plans de campagne et les définit, très justement, l'*exposé des premières combinaisons qui serviront de guide aux mouvements des armées.* Les travaux que comporte l'établissement d'un tel projet sont résumés comme il suit:

« Exposé des forces des belligérants ; étude du projet d'opérations probable de l'ennemi ; combinaisons les plus

Digitized by Google

avantageuses pour le combattre; choix d'une base d'opérations; projet de mobilisation et de concentration; formation des armées, leur mission. »

Si le doute existait dans l'esprit de quelqu'un sur l'importance de cette partie de la préparation, il tomberait assurément devant le rapprochement, facile à faire, entre le projet d'opérations établi par les Allemands en 1870 et le travail correspondant établi en France. Le projet allemand « a présenté cette particularité, qu'établi en 1868, il s'est déroulé deux ans après, avec une régularité presque mathématique et conforme aux prévisions établies ».

Quant au projet français, « simple échange de vues entre deux notabilités militaires, il ne reposait pas sur des bases pratiques, mais bien sur des données erronées, savoir : la mobilisation de notre armée en quinze jours, celle de nos flottes de guerre et des transports en un mois, enfin celle de l'armée autrichienne en trois semaines ».

III. — Les *opérations* sont la partie active de la stratégie; elles donnent lieu à diverses combinaisons dont le but final est d'*être le plus fort au point décisif*. L'auteur étudie successivement l'offensive et la défensive.

Offensive. — L'armée pour laquelle l'offensive est résolue, se *mobilise*, se *concentre*, *attaque les frontières*, exécute des *marches stratégiques*.

Les avantages d'une prompte mobilisation sont résumés dans les lignes suivantes : « Le belligérant qui est le premier prêt a l'initiative des mouvements. Par conséquent, il impose sa volonté à l'ennemi; — à forces égales, il a plus de chances d'obtenir les premiers succès, d'augmenter ainsi la valeur morale de son armée, la confiance de ses troupes, et d'abattre dans une certaine mesure celle de l'adversaire; — il dictera la loi au lieu de la recevoir. »

La mobilisation de l'armée allemande en 1870, fournissait un utile enseignement que l'auteur n'a eu garde de négliger. Il l'étudie dans ses détails et la rapproche des

Digitized by Google

opérations similaires de l'armée française ; chacun peut comparer et conclure ; les faits parlent d'eux-mêmes et les commentaires sont superflus.

La *concentration* est le sujet des paragraphes suivants. Cette opération comprend deux actes : « le transport des troupes et le déploiement stratégique ; elle s'effectue d'après un plan de concentration préparé à l'avance. » L'histoire militaire offre de nombreux exemples de concentrations remarquablement faites ; l'auteur en cite plusieurs tirés des campagnes de 1807, 1809, 1815, 1866, 1870. Il insiste particulièrement sur ce point, que les armées modernes doivent être rapidement concentrées.

Les armées sont concentrées, elles sont sur le point d'en venir aux mains ; dans la guerre moderne c'est généralement dans la zone frontière que se produiront les premiers chocs. L'attaque de l'armée offensive étant préparée par la cavalerie d'exploration, il est probable que « les premières rencontres seront des chocs de cavalerie et de petites unités ». Si peu importants que paraissent devoir être ces premiers épisodes, il convient de se rappeler « que les premières rencontres, même les plus insignifiantes, ont sur les troupes un effet moral considérable ».

L'attaque des frontières de la Bohême en 1866, celles des frontières de l'Alsace et de la Lorraine en 1870, offrent à ce sujet des exemples instructifs que M. le colonel Derrécagaix développe avec beaucoup de clarté et de méthode. On lira avec le plus grand intérêt le récit de ces opérations et les réflexions dont ce récit est accompagné.

Viennent ensuite les *marches stratégiques* dont on peut dire « qu'elles sont, après le combat, les opérations les plus importantes de la guerre ». Les marches de 1805, 1806, 1807, celles de 1849 en Lombardie, la marche des armées prussiennes de l'Elbe au Danube en 1866, enfin la marche fatale qui conduisit l'armée française de Châlons à Sedan, sont les exemples que l'ouvrage offre à nos réflexions.

Digitized by Google

Défensive. — « L'infériorité des forces, les retards dans le rassemblement des armées » sont les causes générales qui obligent une armée à garder la défensive. Les principes qui règlent la mobilisation et la concentration des armées, s'appliquent à la défensive comme à l'offensive. Toutefois, l'armée qui se défend doit faire choix d'une zone de concentration située à l'intérieur du pays et placée, soit assez loin des frontières pour que les tentatives de l'ennemi ne gênent pas ses rassemblements, soit en arrière d'une bonne ligne de défense.

Quant aux opérations de la défensive, elles doivent avant tout être actives; l'histoire fournit, par de nombreux exemples, la démonstration de ce principe essentiel.

Est-il besoin d'insister sur le haut intérêt que présente le remarquable ouvrage de M. le colonel Derrécagaix. Bornons-nous à constater, en terminant, que cette œuvre éminemment utile constitue, en même temps, une lecture des plus attrayantes.

Le Gérant : CH. NORBERG.

Digitized by Google

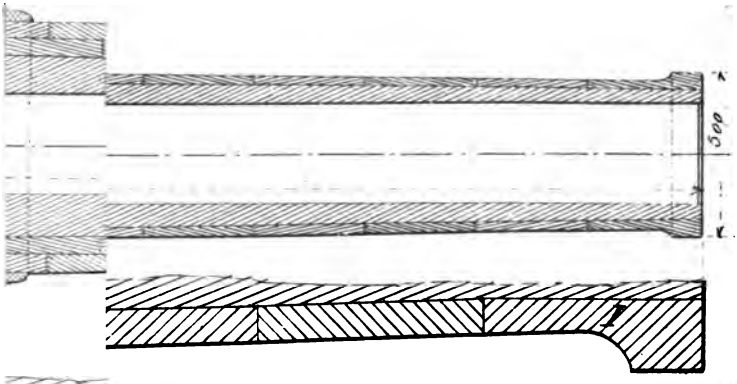
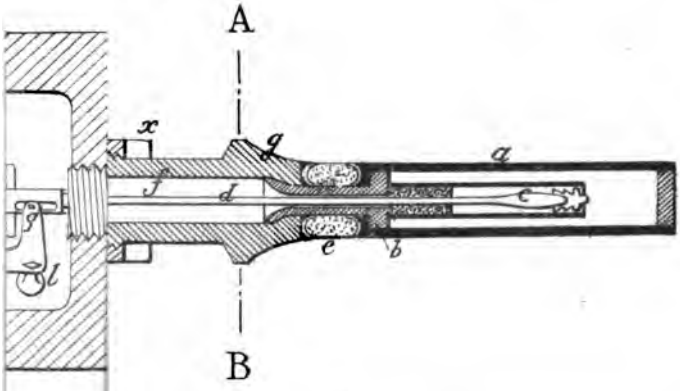


Fig. 7_ Coupe A B.

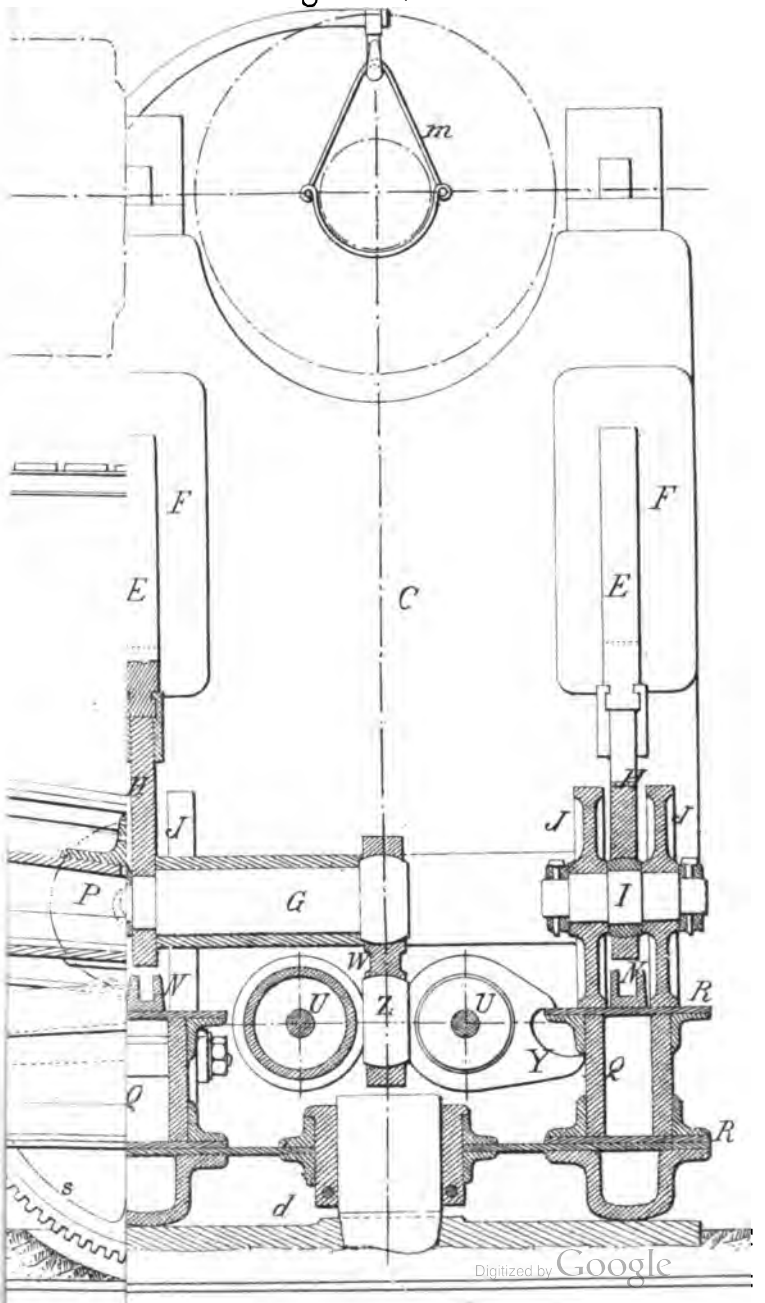
Fig. 6.



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 9. ($\frac{1}{25}$).



Digitized by Google

Digitized by Google

LES

LETTRES SUR L'ARTILLERIE

DU

GÉNÉRAL DE HOHENLOHE

Le général prince de Hohenlohe vient de faire paraître, sous le titre de *Lettres militaires,* trois volumes d'études magistrales, dont le dernier (1885) est entièrement consacré à l'artillerie.

Le prince a commandé, comme colonel, en 1866, l'artillerie de corps de la garde prussienne ; en 1870, il a pris part, comme général de brigade commandant l'artillerie de la garde, aux batailles de Saint-Privat et de Sedan. Il a dirigé ensuite les opérations de l'artillerie allemande devant Paris. Aujourd'hui, général de l'infanterie et aide de camp de l'Empereur, il jouit d'une grande autorité dans ce qu'il appelle lui-même les sphères dirigeantes de l'armée allemande.

A tous ces titres, sa parole mérite d'être prise par nous en haute considération. Si la victoire avait des secrets, c'est chez ceux qui l'ont si bien préparée, et si heureusement recueillie, qu'il conviendrait de les aller surprendre ; mais le prince de Hohenlohe prend soin de nous indiquer tout d'abord qu'il n'y a plus de secrets à la guerre. Il ne reconnaît que deux facteurs du succès : le nombre et la valeur.

Du génie nécessaire pour les mettre en œuvre, il n'est nullement question ; à peine parle-t-il du simple bon sens et de l'esprit d'observation ; mais il suffit de lire son œuvre pour être certain que ces deux qualités maîtresses, il les

Digitized by Google

possède lui-même à un point tel qu'elles lui assurent une véritable supériorité. N'attendez de lui ni conceptions grandioses, ni rapprochements spirituels, ni séduisants paradoxes, mais des faits dans leur brutale et ennuyeuse précision, des observations prosaïquement sensées, des conclusions presque banales; et ces faits sont de la grande guerre, ses observations sont toutes de première main, ses conclusions formulent des vœux qui sont des projets, ou des prescriptions qui seront le règlement de demain.

Dans les dix-sept lettres qui forment le volume paru à Dresde au mois de janvier dernier, le général procède le plus souvent par induction historique.

Il choisit, dans l'ensemble des faits anecdotiques dont les récentes campagnes lui fournissent une mine abondante, ceux qui sont les plus propres à fournir des enseignements, et ne s'appuie sur des considérations théoriques que lorsque l'expérience ne peut plus lui fournir les éléments nécessaires à ses conclusions.

Avant d'entreprendre l'analyse de ce remarquable ouvrage, il nous paraît intéressant d'en faire connaître le sommaire :

1re lettre. — Rôle de l'artillerie dans la campagne de 1866.
2e lettre. — Rôle de l'artillerie dans la campagne de 1870.
3e lettre. — Efficacité du tir de l'artillerie de campagne en 1866.
4e lettre. — Efficacité du tir de l'artillerie de campagne en 1870.
5e lettre. — Pertes de l'artillerie en matériel dans les campagnes de 1866 et de 1870.
6e lettre. — Comment on arriva à amener en temps voulu l'artillerie sur le champ de bataille.
7e lettre. — De l'esprit d'arme.
8e lettre. — Comment l'artillerie apprit à tirer.
9e lettre. — Du remplacement des munitions à la guerre.

Digitized by Google

10e lettre. — Comment l'artillerie prussienne évita des pertes pendant la dernière guerre.
11e lettre. — Le général Hindersen.
12e lettre. — Principes qui doivent présider à l'emploi de l'artillerie à l'avenir.
13e lettre. — L'artillerie doit-elle conserver son feu pour n'agir que de fort près, et peu de temps avant que l'infanterie donne l'assaut ?
14e lettre. — L'artillerie doit-elle éviter, à l'avenir, de se trouver en prise au feu de l'infanterie ?
15e lettre. — Questions à l'ordre du jour : Réserves d'artillerie. — Réglage du tir par quelques coups tirés en arrière de la position de batterie. — Salves de batterie. — Positions échelonnées. — Feux croisés. — Abris pour pièces et avant-trains. — Artillerie à cheval. — Suppression de l'artillerie de corps.
16e lettre. — Du règlement.
17e lettre. — Résumé. Réponse.

PREMIÈRE LETTRE

Rôle de l'artillerie dans la campagne de 1866.

Les faibles résultats obtenus par l'artillerie prussienne en 1866 produisirent dans toute l'armée une surprise d'autant plus douloureuse, qu'à la suite de la campagne de 1864 contre le Danemark, les brillants succès de cette arme avaient fait concevoir les plus vives espérances.

A qui donc, à quoi donc devait-on attribuer la responsabilité de la fâcheuse insuffisance dont l'artillerie avait fait preuve ? A coup sûr, pas aux hommes qui la conduisaient, dit Hohenlohe, car les mêmes hommes montrèrent, en 1870, des qualités qui assurèrent à l'artillerie un rôle des plus brillants.

Pour répondre à cette question, il faut parcourir le domaine entier de l'arme, en suivre l'emploi et les effets

Digitized by Google

dans les dernières campagnes, en examiner l'esprit et les méthodes. On pourra alors pousser plus loin et formuler quelques-unes des règles les plus générales qui s'imposeront désormais à l'artillerie moderne.

L'artillerie prussienne avait, en 1866, dix batteries sur seize armées de canons rayés. Les Autrichiens avaient toutes leurs pièces rayées; mais les défauts inhérents au chargement par la bouche, un système d'attelage défectueux, de mauvaises fusées à percussion, un shrapnel à éclatement irrégulier mettaient leur matériel dans un état d'infériorité réel vis-à-vis du matériel prussien, et on pouvait compter que dix canons prussiens valaient seize canons autrichiens.

Si nous parcourons l'ouvrage de l'état-major prussien sur la campagne de 1866, nous constatons que, presque partout, l'artillerie prussienne arriva fort tard, et encore en nombre insuffisant, sur ses positions de combat.

Ainsi, au combat de *Trautenau,* on voit bien tout d'abord une batterie prendre position sur la rive droite de l'*Aupa,* et y être renforcée par deux pièces du détachement de flanc; mais, au bout d'une heure, les trois batteries de l'avant-garde rétrogradent sur la rive gauche, et prennent position sur les hauteurs d'où elles peuvent protéger la retraite.

Vers une heure, la batterie Bohnke arrive au sud de l'Aupa, mais 24 canons ennemis la forcent à la retraite.

A deux heures et demie, le major Noak amène au sud de Trautenau deux batteries, et parvient à détourner sur lui le feu des 24 pièces qui écrasent l'infanterie prussienne. Mais, de trois heures à cinq heures, ces deux batteries sont toutes seules à appuyer l'infanterie sur la rive gauche. Sept batteries (42 pièces) restent dans le voisinage du théâtre du combat, sans tirer un coup de canon.

A cinq heures, les batteries Noak elles-mêmes abandonnent la lutte, et l'artillerie ne donne plus signe de vie jusqu'à huit heures. A ce moment deux batteries prennent

Digitized by Google

position pour couvrir la retraite, à environ 6 kilomètres en arrière de la première ligne occupée par le major Noak.

Ainsi, les Prussiens ont fait donner au plus 32 pièces au cours de la bataille et jamais plus de deux batteries à la fois ; l'infanterie, qui était restée sans artillerie pendant les trois heures les plus critiques de la journée, était en droit de se demander : « Qu'ont donc fait aujourd'hui les 96 pièces dont dispose notre corps d'armée ? »

De même, le lendemain, le 10e corps autrichien, qui possède 72 pièces, en met en ligne 64, dont 48 forment d'emblée une imposante ligne d'artillerie. La garde prussienne, qui avait avec elle 72 pièces, n'en utilise que 18 en tout, dont 12 seulement tirent à la fois. Hohenlohe qui, ce jour-là, marchait avec la réserve de l'artillerie de la garde, l'avait, par une marche rapide, amenée jusqu'à Kosteletz. Mais là, il reçut l'ordre d'attendre qu'on le fît demander pour se porter, soit vers Skalitz, soit vers Spoor.

Le jour suivant, après des efforts surhumains pour se frayer un chemin à travers des routes encombrées, la réserve d'artillerie rejoignait son corps d'armée, où les plaisanteries des fantassins ne lui firent pas défaut.

Au combat de *Skalitz,* qui eut lieu le même jour, les Autrichiens mirent d'abord en ligne 32 pièces contre douze canons prussiens, et, vers midi, dix batteries (1) autrichiennes étaient en action.

Du côté des Prussiens, les batteries arrivent les unes après les autres, mais sans produire d'effet, car les premières batteries se retirent du feu à l'arrivée des suivantes. C'est seulement vers cinq heures du soir que leur ligne atteint un total de 66 pièces, et que les Autrichiens renoncent à renouveler leurs attaques.

Dans tous ces combats, l'artillerie prussienne, méconnaissant la puissance de l'action d'ensemble de l'*abtheilung,*

(1) On sait que les batteries autrichiennes étaient à 8 pièces.

Digitized by Google

avait engagé ses batteries isolément, les avait retirées du feu « *pour les refaire* », contrairement aux règles du combat moderne qui prescrivent de renforcer, au lieu de les relever, les troupes engagées contre un ennemi plus fort qu'elles.

De même, dans les combats de *Nachod*, l'infanterie du général Steinmetz fut exposée sans appui d'artillerie, pendant plus de deux heures, au feu de 40 canons autrichiens. Les Prussiens disposaient pourtant de 102 bouches à feu, mais les batteries spécialement détachées à l'avant-garde étaient elles-mêmes restées en arrière.

A *Gitschin*, également, la 5e division prussienne ne mit en ligne que 18 pièces contre les 122 bouches à feu du 1er corps autrichien renforcé par les Saxons.

A *Königgrätz*, l'action est entamée par neuf batteries prussiennes réparties sur un front de 9 kilomètres. De huit à onze heures, la bataille se développe. Le général Fransecky engage ses 11 bataillons contre les 51 bataillons autrichiens qui défendent le Swip-Wald; quatre batteries appuient sa division, mais comme peuvent le faire 24 pièces canonnées elles-mêmes par 128 bouches à feu ennemies.

Vers le centre, une ligne d'environ 120 canons autrichiens, établie sur les hauteurs de Lipa, tient sous son feu, de huit heures à onze heures, les trois divisions de la Ire armée qui s'étaient emparées des ponts de la Bistritz.

Cinq batteries prussiennes seulement répondent à ce feu d'enfer auquel elles ne parviennent pas à soustraire leur infanterie.

A partir de onze heures, la IIe armée entre en jeu. Les Autrichiens forment un crochet défensif face au nord, et le font appuyer par 40 pièces de canon. L'artillerie prussienne leur oppose d'abord huit batteries, puis vers midi et demi, jusqu'à 90 pièces.

Digitized by Google

« C'est la seule circonstance, dit le général Hohenlohe, dans laquelle il nous fut donné de combattre avec la supériorité numérique. Mais la lutte dura peu ; l'artillerie ennemie se retira sur la ligne Chlum-Nedelist. Le résultat que nous attribuions, nous autres artilleurs prussiens, à l'efficacité de notre tir, était en réalité l'effet d'un ordre du généralissime autrichien (1). »

Sur sa dernière ligne de défense, Benedeck avait donc dix-neuf batteries, dont seize chargées de repousser l'attaque de front. Les Prussiens ne leur opposèrent que 48 pièces. La partie eût été, par suite, mal engagée sans l'impétuosité de l'infanterie de la garde, qui ne laissa pas le temps au combat d'artillerie de se développer. Les canonniers autrichiens, aveuglés par la fumée de leur propre feu, préoccupés sans doute de leur lutte avec l'artillerie, furent surpris par la ligne de tirailleurs qui se dressa tout à coup devant eux à bonne portée de fusil ; 68 pièces tombèrent entre les mains des assaillants. « A peine avions-nous répondu, par deux salves de coups lentement corrigés, au feu assourdissant de la ligne autrichienne, que nous vîmes sauter les coffres d'avant-trains ; toute la ligne ennemie se tut et s'évanouit. Allégresse générale ; chacun s'extasie sur la puissance de nos pièces. Hélas ! nous n'y étions pour rien, l'infanterie avait tout fait. »

La supériorité numérique de l'artillerie autrichienne continua de s'exercer jusqu'au dernier moment de la bataille. Quand 128 bouches à feu appuyèrent le retour offensif dirigé contre la 1re division de la garde prussienne, celle-ci n'avait avec elle que quatre batteries.

Ainsi, dans toute cette campagne, l'artillerie prussienne, qui comptait autant de pièces que son adversaire, n'avait pu s'assurer qu'une seule fois la supériorité numérique.

---

(1) Arrivé sur la position ennemie, le colonel Hohenlohe constata avec stupéfaction qu'il n'existait pas trace du prétendu dégât causé par ses pièces. (Voir plus loin, Effets du tir.)

Digitized by Google

Elle avait, le reste du temps, lutté contre des forces deux, trois et même quatre fois supérieures en nombre.

En dehors de l'infériorité du nombre, cette artillerie eut à constater le peu d'efficacité de son tir, son incapacité en matière de remplacement de munitions, sa faible résistance au feu de l'infanterie. Toutes ces faiblesses seront plus tard spécialement étudiées.

DEUXIÈME LETTRE

Rôle de l'artillerie dans la campagne de 1870.

L'artillerie allemande, en 1870, se trouvait vis-à-vis de l'artillerie française dans des conditions matérielles incomparablement meilleures que celles dans lesquelles elle avait commencé la campagne de Bohême. D'une part, tous les canons prussiens étaient rayés et construits d'après les dernières règles de l'art. De l'autre, « les Français avaient leurs anciens canons de bronze transformés. Ces pièces, produit équivoque d'une demi-mesure, étaient en grande faveur, à cause des résultats qu'elles avaient donnés en 1859. Mais elles tiraient beaucoup plus mal que celles des Autrichiens en 1866. »

De plus, le commandement, dans l'armée prussienne, avait appris à amener l'artillerie sur le champ de bataille en temps voulu, et en nombre suffisant.

Dès le début de la campagne, nous voyons que la tactique a changé.

A *Wissembourg,* la batterie Bauer ouvre le feu presque en même temps que les chasseurs du 10e bataillon. Dans la journée, 66 bouches à feu entrent en action et s'engagent, notamment contre le Geisberg et la porte de Wissembourg, aux distances les plus rapprochées.

Ce nombre de 66 pièces allemandes contre 18 pièces

Digitized by Google

françaises était en rapport avec l'écrasante supériorité numérique des Allemands; on doit néanmoins considérer comme une preuve des changements survenus dans la tactique, le fait qu'on ait cru nécessaire de faire préparer par une artillerie aussi importante une attaque exécutée dans des conditions si favorables.

Deux jours après, le prince royal livrait la bataille de *Wœrth*. Ici la ferme intention d'employer l'artillerie dès le début est encore d'autant plus caractéristique que la bataille était, en quelque sorte, imprévue et qu'elle se propagea par l'entrée en ligne d'éléments qui venaient successivement se renforcer.

A sept heures, avant le premier coup de fusil, la batterie Caspari, qui marchait avec la reconnaissance, ouvre le feu.

Au bruit du canon, le général Bothner accourt, et c'est encore le canon qu'il fait parler le premier.

Le général de Kirchbach se décide à son tour, non seulement à appuyer la reconnaissance, mais à attaquer à fond la position ennemie. C'est son artillerie qu'il déploie tout d'abord, et il forme de Görsdorf à Gunstett une ligne ininterrompue de bouches à feu.

A neuf heures et demie, 108 canons sont en action, alors que l'infanterie est encore en train de se déployer.

Un peu après une heure du soir, 200 pièces renforcent le front de combat du Ve corps, et pourtant les Allemands n'ont encore que quatre brigades engagées.

Lorsque l'infanterie du Ve corps prononce, contre les vignes de la rive droite, cette attaque de front qui est restée légendaire, elle ouvre le terrain à l'artillerie qui pousse ses batteries jusque sur la ligne des tirailleurs.

De même, le XIe corps, qui avait d'abord envoyé quatre batteries à son bataillon d'avant-garde à Gunstett, engage douze de ses batteries pendant que le gros de l'infanterie prend sa formation de combat; deux d'entre elles restent

Digitized by Google

inactives au début, mais non pas à titre de réserve, et simplement parce que la place leur manque pour se déployer.

Lorsque l'infanterie de ce corps cherche à quitter la lisière du Niederwald pour s'emparer d'Elsasshausen, huit batteries sont envoyées en avant, s'installent sur la ligne des tirailleurs, préparent l'attaque du village, et repoussent nos contre-attaques à coups de mitraille. A quatre heures, 80 canons avaient franchi la Sauer et préparaient de fort près l'attaque de Frœschwiller. Des batteries isolées accompagnaient les tirailleurs à l'assaut du village.

La bataille de *Spickeren* n'était pas non plus préméditée pour le 6 août. L'artillerie s'engage pourtant dès le début et prend d'emblée la supériorité.

Vers midi, 24 pièces croisent leur feu sur la batterie établie à la pointe nord du Roth-Berg. Une heure après, ces pièces s'avancent, sous le feu de la mousqueterie ennemie, jusqu'au Galgen-Berg, pour appuyer l'attaque de leur propre infanterie contre le Roth-Berg. Elles forcent de nouveau l'artillerie ennemie établie sur cette position à se porter plus en arrière.

Les divisions qui entrent en ligne après l'assaut tenté par le général de François, lancent de même leur artillerie en avant. De quatre heures à six heures du soir, sept batteries tiennent sous leur feu les positions françaises et repoussent les efforts que tente l'ennemi pour reprendre l'avantage.

A la fin, deux batteries de la 5e division interviennent dans le combat, et se portent, par un chemin déclaré impraticable, sur la pente du Roth-Berg; elles prennent position sous le feu de mousqueterie le plus violent et perdent la moitié de leurs servants, mais elles font peu à peu lâcher pied à l'ennemi qui occupe le plateau et, finalement, assurent la possession de l'éperon.

L'action décisive de la journée fut la prise du Forbacher-Berg et de Stiring-Wendel. 36 pièces préparèrent l'opéra-

Digitized by Google

tion. Postées sur les hauteurs de Folst, elles canonnèrent d'abord les objectifs désignés, puis avancèrent en partie jusqu'au Golden-Bremm, suivant le mouvement général, jusqu'à ce que la nuit vînt arrêter leur marche en avant.

66 pièces avaient pris part à la lutte ; aucune des batteries qui étaient à portée du champ de bataille n'était restée inactive. La 4e batterie légère du Ier corps d'armée, qui arrivait par chemin de fer de Kœnigsberg, fut même amenée jusque sur le théâtre du combat, et prit aussitôt part à l'action générale.

La bataille de *Colombey-Nouilly* (*Borny*) commença, de même que celle de Wœrth, par une reconnaissance d'avant-garde, et, comme à Wœrth, les troupes voisines accoururent au secours de la reconnaissance engagée.

L'action débute aussi par une canonnade; deux batteries ouvrent le feu presque en même temps. Les avant-gardes des 1re et 2e divisions marchent au canon. Leur artillerie, couverte par la cavalerie, prend le trot et les distance. Ainsi, il est quatre heures trois quarts, le général von der Goltz vient, sans s'y attendre, de prendre le contact avec l'ennemi, et déjà 36 canons ont ouvert le feu. A six heures, l'artillerie du gros des 13e et 1re divisions arrive au trot sur la ligne, qui se trouve portée à 10 batteries.

Cependant l'artillerie tout entière du Ier corps quitte son bivouac et accourt, en partie escortée par la cavalerie, en partie sans escorte. Vers sept heures, 132 pièces prennent part à la lutte. Une *abtheilung* entière (24 pièces) met en batterie, au delà du ruisseau de Colombey, sur la ligne même des tirailleurs.

La bataille de *Vionville-Mars-la-Tour* commence, le 16 août, par une canonnade dirigée à l'improviste sur les bivouacs de la cavalerie française. Les 30 pièces d'artillerie à cheval qui prennent part à ce coup de main produisent

Digitized by Google

d'abord du désordre chez l'ennemi. Mais bientôt l'infanterie française refoule la cavalerie allemande sur les têtes de colonnes du IIIe corps d'armée. Toute l'artillerie dont le corps dispose part au trot. Vers dix heures les quatre batteries de la 6e division, à dix heures et demie les deux batteries à cheval de l'artillerie de corps, une heure plus tard les batteries montées de l'artillerie de corps, celles de la 5e division et une batterie du Xe corps d'armée viennent appuyer l'artillerie des divisions de cavalerie et forment avec elle une masse de 21 batteries (126 pièces) qui couronne la hauteur depuis Tronville jusqu'au bois de Vionville. Une partie de cette ligne est obligée de se garantir, avant l'arrivée de son infanterie, contre les attaques des masses françaises.

Depuis midi jusqu'à la fin de la bataille, ces pièces, auxquelles vinrent se joindre quatre batteries de la 20e division, restèrent constamment en action.

En outre de ces quatre batteries, la 20e division en envoya, au secours du IIIe corps, quatre autres qui marchaient avec elle, et qui prolongèrent l'aile gauche au nord de Tronville. Une partie des pièces avaient pris les devants à hauteur de Saint-Julien, et étaient arrivées au trot, presque à temps pour s'opposer aux énergiques efforts que faisait la droite française pour effectuer un mouvement tournant.

Ainsi, le Xe corps avait mis en ligne, avant l'arrivée de sa propre infanterie, toute l'artillerie dont il disposait.

Ce sont encore ces dernières batteries qui ont coopéré à l'attaque infructueuse tentée sur le plateau de Bruville. Enfin la 1re batterie à cheval de la garde ne perdit aucune des phases du combat.

On trouve ainsi que les 210 canons qui pouvaient atteindre le champ de bataille ont pris part, pendant plusieurs heures, à l'action d'ensemble.

Lors de la bataille décisive de *Gravelotte-Saint-Privat,*

Digitized by Google

l'artillerie prussienne accentua encore sa tendance à l'action par grandes masses.

Vers midi, l'artillerie de la 18e division et les batteries de corps du IXe corps d'armée entamèrent d'abord cette lutte de géants. 54 pièces se portèrent en avant de l'infanterie avec tant d'ardeur et avec un tel mépris de la supériorité numérique de l'ennemi, qu'une batterie perdit par le feu tout son personnel, et que les autres furent mises presque hors de combat.

Cinq batteries hessoises s'engagèrent, une heure plus tard, à gauche du bois de la Cusse et furent suivies de près par la batterie à cheval de la division hessoise, qui se plaça à l'est de Vernéville. A gauche de celle-ci, et jusqu'à Saint-Ail, prirent place les batteries de corps et celles de la 1re division de la garde. Ainsi, vers une heure, les masses d'infanterie n'étaient pas encore en action, et déjà 138 pièces avaient ouvert le feu.

En même temps, devant le Ier corps d'armée, à Gravelotte, 108 canons entraient en ligne.

A trois heures, l'assaut de Sainte-Marie-aux-Chênes était préparé par 13 batteries saxonnes et 10 canons de la garde prussienne.

A cinq heures, l'artillerie allemande était divisée en trois immenses *groupes* de batteries, savoir : à l'aile droite, vers Gravelotte, face au Point-du-Jour, 162 canons (27 batteries) ; au centre, en face d'Amanvillers, 78 pièces (13 batteries) ; à gauche, face à Saint-Privat, 180 pièces (30 batteries).

420 canons avaient été employés en même temps avant que les masses d'infanterie eussent exécuté l'attaque décisive.

Il est à croire que l'artillerie aurait obtenu pour Saint-Privat, comme pour Sainte-Marie-aux-Chênes, une préparation suffisante, si elle avait été informée que l'attaque allait s'exécuter. Lors de la dernière attaque, cette artillerie s'avança coude à coude avec les tirailleurs de « l'arme

Digitized by Google

sœur », et contribua puissamment à repousser les retours offensifs de l'ennemi.

Après la prise du village, l'artillerie couronna la hauteur. « J'y rassemblai 14 batteries de la garde, dit l'auteur; bientôt après le combat, Stumpff m'en amena six autres et, à la tombée de la nuit, arrivèrent quatre batteries venant du Xe corps qui se tenait en réserve. J'eus ainsi 24 batteries, comptant à peine 140 pièces, car plusieurs n'étaient plus au complet.

« 240 autres pièces, qui n'étaient séparées des miennes que par le bourg de Saint-Privat, s'alignaient avant la fin du jour sur cette même crête de hauteurs et forçaient l'ennemi à abandonner toute idée de retour offensif. Cette canonnade assourdissante continua, jusqu'à la nuit close, le couronnement de la victoire. »

Au combat de *Beaumont* qui, plus qu'aucune autre bataille offensive, présenta de grandes difficultés à l'entrée rapide de l'artillerie en ligne, les corps mirent une telle hâte à faire sortir leurs batteries des défilés, que, moins d'une heure après le commencement du combat, 180 pièces étaient en pleine activité.

72 pièces coopérèrent à la poursuite sur Mouzon.

A *Sedan,* von der Thann fit, dès quatre heures du matin, appuyer l'entrée des Bavarois dans Bazeilles par l'artillerie de réserve qu'il porta sur la rive gauche de la Meuse. Le tir commencé dès le matin, malgré le brouillard, donna fort peu de résultats.

Trois batteries (2 bavaroises et 1 saxonne), établies à l'est de la Moncelle, ouvrent le feu à six heures, et deux canons accompagnent l'infanterie dans les rues de Bazeilles. (Ces pièces perdirent presque tous leurs servants.)

A sept heures seulement, le temps devient clair, la vue s'étend, le tir devient efficace.

A la première nouvelle de l'engagement de Bazeilles,

Digitized by Google

le commandant du XIIe corps donne l'ordre de faire avancer au trot son artillerie de corps, qui se trouvait au sud de Douzy. Une heure et demie après, cette artillerie ouvrait son feu. Elle avait occupé, à plus de 7 kilomètres de son premier emplacement, une position située à l'est du ravin de Givonne.

A huit heures et demie, 72 pièces étaient alignées sur le rebord de la vallée, et y tenaient bon, malgré les pertes énormes que leur causait la mousqueterie française.

A dix heures, cette ligne comptait encore trois batteries de plus; l'artillerie de la garde était venue la prolonger vers le nord, ainsi que nous le dit l'auteur :

« Quand le général von Pape vit la longue ligne d'artillerie française qui, de la rive opposée du ravin de Givonne, tenait tête aux Saxons : « Amenez-moi deux canons, me « cria-t-il, que j'enfile toute cette ligne. — Non pas deux, « mais 90, lui répondis-je, assez fier de ce résultat. » Effectivement, mes batteries accouraient au trot et étaient déjà près de nous. La première *abtheilung* ouvrait le feu à huit heures 3/4. Les 90 pièces de la garde étaient en action avant que l'infanterie ne fût engagée sérieusement.

Cependant Bazeilles tombait, le XIIe corps s'emparait des localités du ravin de Givonne et l'avant-garde des Ve et XIe corps d'armée arrivait dans le dos de l'armée française (1).

Du côté de Saint-Menges, en effet, dix batteries du Ve corps ouvraient le feu à dix heures, et étaient rejointes, vers onze heures, par les quatre autres batteries de ce corps d'armée.

Pendant ce temps, l'infanterie était retenue dans le défilé de Saint-Albert, et cette longue ligne d'artillerie se trouvait passablement en l'air.

Mais le général commandant le Ve corps d'armée obser-

(1) C'est-à-dire au nord, la direction de marche de Mac-Mahon étant au sud vers Metz.

Digitized by Google

vait, des hauteurs du Champ-de-la-Grange, la marche du combat. Laissant de côté tout égoïsme de chef de corps, il lance les dix batteries de son propre corps d'armée au secours de l'artillerie du XIe corps. Cette ligne de 144 canons, se rejoignant avec ceux de la garde, forme le cercle de feu qui entoure l'armée française, et qui va encore se resserrer.

La conduite des Ve et IXe corps d'armée démontre par l'expérience qu'il est fort possible d'ouvrir le combat, même dans l'offensive, par le feu de grandes masses d'artillerie.

A l'heure décisive de la bataille, l'artillerie allemande occupe les positions suivantes :

Au sud de Sedan, vers Frenois, se trouvent 114 canons de la division wurtembergeoise et du IIe corps bavarois, canonnant la ville.

Au Pont-Maugy, 36 pièces (artillerie de corps du IVe) enfilent, à grande distance d'ailleurs, la position au nord de Bazeilles.

A l'est, 114 pièces du Ier corps bavarois et des IVe et XIIe corps ont franchi le ravin de Givonne et couvrent de projectiles Balan et l'ancien camp retranché de Sedan. 18 batteries de ces trois corps d'armée restent sans emploi, faute de place pour se déployer.

Plus au nord, nous retrouvons les 90 pièces de la garde qui fouillent le *bois de la Garenne*. Au nord-ouest s'étend la formidable ligne de 26 batteries des Ve et XIe corps d'armée.

Ces 540 bouches à feu, réparties en cinq groupes, représentent les 4/5 de toute l'artillerie disponible dans l'ensemble des deux armées allemandes.

En résumé :

1° En 1866, on se garde systématiquement d'employer l'artillerie d'emblée pour l'introduction du combat.

En 1870, on la fait intervenir le plus tôt possible.

2° En 1866, on considère comme indispensable de con-

Digitized by Google

server, ou de se reconstituer, aux moments les plus chauds du combat, une réserve d'artillerie; on la laisse, d'ailleurs, presque toujours inactive.

En 1870, cette réserve est considérée comme inutile. Le nom même de l'artillerie de réserve disparaît, et (sauf en Bavière) on l'appelle l'artillerie de corps.

3° En 1866, en vue de cette réserve, on garde l'artillerie le plus en arrière possible, quelquefois jusqu'à un jour de marche.

En 1870, on la pousse aussi en avant qu'on le peut sans la découvrir, et même, à diverses reprises, nous voyons des corps entiers envoyer leur artillerie toute seule en avant.

4° On voit, en 1866, l'artillerie se mouvoir le plus souvent avec une extrême lenteur, et, arrivée sur la position, prendre un galop élégant pour se mettre en batterie.

En 1870, elle parcourt d'un trot soutenu des espaces de plusieurs milles et se trouve en place plusieurs heures plus tôt.

TROISIÈME LETTRE.

Efficacité du tir de l'artillerie de campagne en 1866.

L'introduction des canons rayés, vers 1850, ne fut pas sans susciter en Allemagne de nombreuses objections. Les nouveaux engins paraissaient trop compliqués pour l'œuvre grossière qu'on devait leur demander sur le champ de bataille. La question fut donc mise à l'étude.

Pendant que les commissions d'expériences accumulaient rapports sur rapports, Napoléon III transformait l'armement de l'artillerie française et la question se trouvait brutalement et définitivement tranchée par le retentissant succès du canon Lahitte sur les champs de bataille de la Lombardie.

Digitized by Google

Avant la fin des hostilités, le gouvernement prussien avait déjà commandé 300 canons rayés de 6 livres.

Les résultats étaient, en effet, surprenants pour qui n'avait vu que des canons lisses. Ces derniers vérifiaient, à 1 000 mètres, sur une cible de 50 pas de large, le proverbe connu : « Le 1er coup est pour le diable, le 2e pour le bon Dieu, et le 3e pour le service du roi. »

Le canon rayé lançait beaucoup plus loin, beaucoup plus juste, un projectile plus lourd qui avait, en outre, l'avantage d'éclater.

On conserva pourtant les trois quarts des canons lisses, auxquels on attribuait une grande valeur dans la lutte rapprochée.

Au contraire, les équipages de siège reçurent autant de pièces nouvelles que le budget le permettait.

L'armement en était là quand éclata, en 1864, la guerre contre le Danemark.

A la suite de cette campagne, les plus incrédules furent convaincus de l'écrasante supériorité du canon rayé sur le canon lisse et l'on conçut même, dans l'armée prussienne, une idée exagérée de la puissance de l'artillerie nouvelle ; on devait voir plus tard que, dans la guerre de campagne, et notamment dans le tir contre un but mobile, il y avait beaucoup à rabattre de cet enthousiasme.

Les corps d'armée reçurent des canons rayés pour dix de leurs seize batteries. C'était, d'ailleurs, la proportion à laquelle s'étaient arrêtés les États-Unis après cinq ans de guerre et trois changements de matériel.

La guerre contre l'Autriche trouva donc les artilleurs prussiens persuadés que rien ne pouvait résister à leurs obus. « Ils s'attendaient à voir l'infanterie et la cavalerie autrichiennes se disperser, devant les éclats de leurs projectiles, comme la poussière s'envole au vent. »

Le colonel de Hohenlohe, qui marchait avec la garde, n'assista pas aux premiers combats livrés par la IIe armée; mais certaines batteries détachées de son régiment, qui

Digitized by Google

prirent part à trois rencontres, lui firent seulement savoir « qu'elles avaient eu affaire à une artillerie trois ou quatre fois supérieure en nombre ». On sait que ce genre de comptes rendus n'est pas d'un heureux présage.

D'ailleurs, les canons autrichiens ne paraissaient pas eux-mêmes très redoutables. Ainsi, à Schweinschädel, une batterie à cheval armée de canons lisses s'était avancée jusqu'à 1 000 pas de seize pièces autrichiennes, et les avait, par un tir à shrapnels, forcées à battre en retraite. Hohenlohe et son escorte eurent aussi les honneurs d'un feu de quatre batteries qui les saluèrent à une distance qualifiée par lui d'incroyable, sans faire le moindre effet.

C'est sur le champ de bataille même de *Königgrätz* que son opinion au sujet de l'effet du tir s'est formée et arrêtée dans son esprit. Par suite de divers détachements, son régiment ne comptait plus que deux groupes de quatre batteries entièrement armées de canons rayés. Après un temps de trot bien soutenu, il arrive à hauteur des pièces de l'avant-garde, et place ses batteries au sud de Jéricek, tirant contre les hauteurs de Horenowes. Les batteries ennemies avaient salué les pièces prussiennes, au passage de la Trotinka, de quelques coups si plongeants qu'ils faisaient tous fougasse. Ces projectiles n'avaient eu d'autre résultat que de mettre leurs destinataires en belle humeur.

Mais, à Jéricek, les premiers coups d'essai donnent pour distance 4 000 pas. L'artillerie de corps de la garde se porte donc en avant. Elle va occuper le dos de terrain au sud d'Horenowes et forme le centre de la grande batterie de 90 pièces dont il a été parlé. Le tir est réglé à 1 900 pas et se termine par la retraite des batteries ennemies [1].

« Dès que le gros de l'infanterie eut dépassé notre ligne, dit le général, je l'accompagnai pour aller reconnaître la

[1] Au cours de la lutte, une batterie autrichienne avait défilé en colonne par pièce entre les deux partis. Toutes les pièces prussiennes l'avaient immédiatement prise pour objectif, mais sans lui causer le plus petit dommage.

Digitized by Google

position enlevée à l'ennemi, avant de la faire occuper par mes batteries. Au cours de cette marche, une des batteries autrichiennes me donna la preuve qu'elle n'était nullement anéantie. Elle se démasqua subitement et tira coup sur coup 8 projectiles dont 3 vinrent éclater au milieu du bataillon avec lequel je marchais. Les rangs s'ouvrirent, puis se reformèrent au commandement des gradés; mais le bataillon ne fut nullement dispersé. Cela me rendit rêveur. Ainsi les obus des canons rayés n'avaient pas cet effet foudroyant que nous leur accordions — au moins vis-à-vis d'une bonne infanterie. »

Parvenu sur la position ennemie, le général cherche la trace des dégâts causés par ses pièces. Il ne trouve ni hommes ni animaux blessés, ni fragments de matériel : rien. Les batteries ennemies n'avaient quitté leur position que sur l'ordre formel et réitéré de Benedeck qui les trouvait trop à droite. L'artillerie prussienne n'y était pour rien.

« Mais nos batteries arrivaient, recevaient les obus qui leur venaient de Chlum, et répondaient; la distance était trop grande. J'ordonnai de ralentir le feu et cherchai en avant une position plus rapprochée. Je la choisis entre Masloved et Nedelist. »

Arrivé là, Hohenlohe découvre l'artillerie ennemie qui garnissait tout le tour d'horizon. Mais lui aussi est découvert. Les artilleurs autrichiens ont deviné sa pensée; trois projectiles viennent lui apprendre que le tir est réglé sur la position qu'il occupe, celle-là même qu'il a choisie pour ses batteries. Son parti est pris. Il donne ses instructions à ses capitaines commandants et se place comme une cible, véritable repère vivant, à la position où l'ennemi l'a canonné. Dès que les pièces prussiennes ont franchi la crête qui les masque, une bordée de plus de cent coups de canon les accueille. Mais, au milieu de tout ce fracas, Hohenlohe gagne au galop 300 pas en avant; son monde le suit. L'ennemi, qui n'a rien remarqué, a son tir réglé

Digitized by Google

sur une position où l'on ne fait que passer. L'artillerie prussienne règle tranquillement son tir à 1 350 pas. La première batterie n'avait eu qu'un homme blessé lors de son passage au point dangereux, et personne n'avait été touché sur la position. Les autres batteries suivent sans grand dommage le même mouvement. A peine chaque pièce a-t-elle tiré deux coups, que l'ennemi manifeste un certain trouble. Quelques-uns de ses avant-trains font explosion ; le feu s'éteint. Nous avons vu que ce résultat était dû aux tirailleurs prussiens qui, invisibles dans les cultures, s'étaient avancés jusqu'à 200 mètres de la ligne d'artillerie ennemie. Un feu rapide bien dirigé avait jeté par terre tant d'attelages et de servants que nombre de pièces durent rester entre les mains du vainqueur.

Arrivons à la dernière position qu'occupe l'artillerie de la garde dans cette journée. C'était sur la hauteur au sud de Chlum. « J'avais là devant moi, dit le général, un but qu'aucun canon, rayé ou non, ne pouvait manquer. Deux corps d'armée autrichiens étaient au pied de la hauteur. Bien alignés, serrés en masse, face à Sadowa, ils nous présentaient le flanc droit. Les uniformes blancs se détachaient nettement sur le fond vert des cultures. La droite de cette masse de bataillons, d'escadrons et de batteries, rangés comme sur un échiquier, était à 900 mètres de mes pièces.

« Nos premiers coups y portèrent la surprise, l'effroi, le désordre. L'infanterie autrichienne, qui marchait sur Rosberitz, suspendit son attaque. Chacun de nos projectiles éclatait en ouvrant de larges rues dans les masses humaines qui se mouvaient à nos pieds. Mais personne dans leurs rangs ne songeait à prendre la fuite. Bien au contraire, l'ennemi se mettait en devoir de riposter.

« Une charge de cavalerie échoua d'abord devant un chemin creux où nos tirailleurs s'étaient postés, puis les batteries autrichiennes entrèrent en action partout où elles trouvèrent la place nécessaire à leur déploiement. Nous

Digitized by Google

fûmes bientôt contre-battus par plus de cent pièces disposées en demi-cercle autour de nous. Nous subîmes alors des pertes cruelles, plusieurs pièces perdirent attelages et servants ; heureusement l'ennemi, qui n'était pas encore fort expert, avait pris pour repère le clocher de Chlum situé à 200 mètres derrière nous. La moitié des coups arriva dans l'édifice, qui nous en débarrassa d'autant. »

Cette phase du combat dura près d'une heure au bout de laquelle l'infanterie prussienne dut battre en retraite. L'artillerie suivit le mouvement, « car, dit Hohenlohe, ce que j'avais appris de l'efficacité de notre tir ne me permettait guère de compter sur lui pour arrêter l'ennemi ». D'ailleurs, les Ier et VIe corps prussiens s'acquittèrent fort bien de cette besogne.

Le prince de Hohenlohe avait toutes raisons d'être satisfait de ses batteries. Personne n'avait faibli. Chacun s'était comporté avec honneur et conformément aux ordres reçus et aux règlements en vigueur. Pourtant les résultats étaient fort peu brillants et, au fond, le mécontentement était général.

A la réflexion, on s'aperçut que les artilleurs étaient insuffisamment préparés. Ainsi, plusieurs batteries de 4 se plaignaient d'avoir tiré constamment 300 à 400 pas trop court, attribuant ce fait à un encrassement de la pièce, tandis que c'était leur hausse qui, par l'effet du recul, descendait à chaque coup dans son canal. Des groupes entiers d'artillerie tirèrent des projectiles dont pas un n'éclata, parce qu'on avait oublié de prendre les percuteurs des fusées (1) dans les caisses des sections de munitions. Hohenlohe taira les noms de tous les coupables, car, dit-il, « leur faute est pardonnable, nous n'avions pas la pratique

(1) On plaçait e percuteur et on vissait le bouchon fulminant au moment de se servir de l'obus. — En 1870 même, les Prussiens n'avaient pas complètement rompu avec les habitudes de manipulations à portée de l'ennemi. Plusieurs officiers français peuvent se souvenir d'avoir reçu dans leurs batteries des obus, sans bouchon, sans fusée et même sans charge intérieure.

Digitized by Google

de notre matériel, ou plutôt, nous n'avions pas encore appris à tirer ».

D'ailleurs, dans toute l'artillerie, on ne tirait pas mieux que dans la garde ; sur les 200 pièces qui tombèrent entre les mains des Prussiens, pas une seule n'avait été démontée par les projectiles. Nulle part l'artillerie n'a obtenu de résultats décisifs. Elle n'a dispersé ni infanterie, ni cavalerie ; elle n'a effectué nulle part de préparation digne de ce nom, contre les villages ou positions, objectifs des attaques.

Après la campagne, bien que chacun eût conscience d'avoir fait son devoir, une fièvre générale s'empara des esprits, et l'on chercha de tous côtés les moyens d'assurer à l'artillerie une efficacité sérieuse. Rien ne fait mieux voir ce mécontentement que la proposition faite en termes retentissants, sous le pseudonyme d'Arkolay, de se débarrasser de l'artillerie rayée et de revenir au canon lisse.

Quant à l'artillerie autrichienne, qu'on a coutume de mettre en opposition avec l'artillerie prussienne, Hohenlohe trouve qu'elle n'a pas été à hauteur de sa mission.

On l'a vue faire converger à 1 300 pas le feu de cent pièces sur une seule batterie sans obtenir d'autre résultat que de blesser un homme.

Elle n'a pas arrêté une fois l'infanterie dans ses attaques et, pourtant, le général estime *qu'une bonne artillerie doit pouvoir repousser toute attaque de front.*

Enfin, l'héroïsme tant vanté dont aurait fait preuve cette artillerie, en se sacrifiant pour sauver le reste de l'armée, pourrait bien avoir été imposé par les circonstances. Nous avons vu que les batteries autrichiennes avaient été surprises par les tirailleurs prussiens, et que le feu inopiné de mousqueterie qu'elles avaient reçu, avait rendu la retraite impossible pour beaucoup d'entre elles. Celles-là, du moins, auraient pu continuer le feu jusqu'au dernier moment. Et elles ne l'ont pas fait.

Digitized by Google

En résumé, et sans vouloir rien rabattre de la gloire méritée que se sont acquise des deux côtés d'honorables exceptions, le général conclut en disant que, de part et d'autre, en 1866, les résultats du tir de l'artillerie ont été fort insuffisants. Tout autre fut, à ce point de vue, la campagne de 1870.

G. Toutée,

Capitaine au 12e régiment d'artillerie.

(*A suivre.*)

Digitized by Google

RÉSUMÉ DES PRINCIPALES EXPÉRIENCES

EXÉCUTÉES PAR

L'ARTILLERIE AUTRICHIENNE

EN 1884

(Extrait des *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens.*)

En 1884, le Comité militaire austro-hongrois s'est occupé principalement de la création de plusieurs modèles de mortiers rayés de place ou de côte, de l'essai de fusils à répétition et de différentes questions concernant les armes portatives.

Les études sur la poudre ont été poursuivies et approfondies ; elles ont fourni des résultats importants à plus d'un point de vue.

On a essayé des fusées à temps à durée prolongée permettant d'exécuter le tir fusant à de grandes distances et le tir plongeant à shrapnels.

MATÉRIEL DE MONTAGNE.

A la suite des expériences de 1883 sur le canon de 7c démontable (1), on chercha le moyen d'éviter les érosions qui s'étaient produites près de la tranche arrière de la volée : à cet effet, on vissa un tube en bronze à la partie postérieure de celle-ci. Pendant un tir de vingt coups à la charge de 0kg,650, on démonta le canon à plusieurs reprises. Les parties en contact de la volée et du renfort étaient seules encrassées ; l'anneau obturateur fonctionnait très bien et empêchait les gaz de la poudre de se répandre plus loin.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t. XXV, p. 315.

Digitized by Google

Le tir, exécuté à la distance de 375 mètres, a fourni, au point de vue de la justesse, les résultats suivants :

ESPÈCE de projectile.	ÉCARTS MOYENS			DIMENSIONS du rectangle enveloppe.	
	en portée.	en direction.	en hauteur.	Longueur.	Largeur.
	m.	m.	m.	m.	m.
Obus	5,3	0,2	0,1	23,4	0,6
Shrapnel.	6,3	0,1	0,1	24,3	0,4

On a tiré jusqu'à la fin de 1884, avec le même canon, 133 coups, sans constater aucune dégradation.

Les expériences relatives à cette bouche à feu ont été continuées en 1885 (1).

MATÉRIEL DE SIÈGE, DE PLACE ET DE CÔTE.

Fusée percutante.

Deux modifications de la fusée percutante mod. 1861, mises en expérience en 1883, avaient donné des résultats à peu près également favorables (2). On a continué, en 1884, l'étude de celui des deux types qui présentait le plus d'avantages au point de vue économique.

La modification consistait à supprimer la goupille de sûreté et à maintenir le percuteur en arrière au moyen d'une masselotte en tombac munie de deux oreilles. On tira 52 obus de 12c et de 15c mod. 1861, armés de la fusée modifiée ; ils éclatèrent tous au premier point de chute.

A la suite de ce résultat, 1 000 fusées modifiées furent employées aux écoles à feu de différents bataillons d'artillerie de forteresse.

(1) D'après l'*Allgemeine Militär-Zeitung*, les résultats de ces expériences ont été tellement favorables qu'on peut prévoir l'adoption, dès cette année, du canon de 7c démontable.

(2) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t. XXV, p. 319.

Digitized by Google

Avec les obus de 15ᶜ on obtint des résultats très satisfaisants : il ne se produisit aucun éclatement prématuré ; sur 398 projectiles tirés, on constata trois éclatements après ricochet, 0,75 p. 100, et 13 ratés de fusées, 3,27 p. 100. Les ratés étaient dus, en général, à la déformation ou à la perte de la vis-bouchon ou du bouton d'amorce ; peut-être aussi peut-on les attribuer à ce que le tampon qui bouchait le logement de la goupille pénétrait dans la fusée.

Les résultats furent moins satisfaisants pour les obus de 12ᶜ. Sur 563 obus de ce calibre, l'un d'eux éclata en l'air, dans la branche descendante de la trajectoire ; un autre éclata au moment où on l'assurait à sa position de chargement ; il y eut huit éclatements après ricochet, 1,42 p. 100, et 58 ratés de fusées, 10,3 p. 100.

Mais ces incidents peuvent être évités par certaines dispositions d'ajustage, et l'on peut considérer la fusée modifiée comme ayant généralement bien fonctionné. Son prix de revient est peu élevé. L'étude en sera continuée.

Fusées des projectiles modèle 1863.

La modification de la fusée percutante mod. 1863-1875, expérimentée avec succès en 1883 (¹), a été employée à titre d'essai, en 1884, aux écoles à feu des corps de troupe. Dans le tir des obus de 10ᶜ, les résultats obtenus ont été très satisfaisants ; avec les obus de 8ᶜ ils furent moins favorables, ainsi que le fait ressortir le tableau suivant :

ESPÈCE de projectile.	NOMBRE de projectiles tirés.	ÉCLATEMENTS prématurés.		ÉCLATEMENTS après ricochet.		RATÉS de fusées.	
		Nombre.	P. 100.	Nombre.	P. 100.	Nombre.	P. 100.
Obus de 10ᶜ.	300	3	1,00	13	4,33	8	2,67
Obus de 8ᶜ.	401	25	6,19	4	0,99	27	6,68

(¹) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t. XXV, p. 318.

Digitized by Google

Dans le tir des obus de 8c, les ratés de fusée se sont produits en proportion très notable aux champs de tir de Rogatica et de Mostar. Ce fait peut être attribué en grande partie à la nature rocailleuse du sol: les projectiles se brisaient avant que la fusée eût pu fonctionner. Si l'on fait abstraction de ces deux champs de tir, la proportion des ratés n'est plus que de 1,05 p. 100.

Les éclatements prématurés peuvent être attribués uniquement à un mouvement du projectile dans l'âme et dans l'air, spécial au système d'artillerie employé et plus marqué pour le calibre de 8c.

D'après les expériences exécutées jusqu'ici, il ne paraît guère possible d'éviter cet inconvénient par l'emploi d'une autre forme de fusée, et l'on a renoncé aux tentatives faites dans ce but.

Fusée à temps.

La durée de combustion maximum de la fusée à cadran mod. 1866-1880 correspond à une portée de 3 000 mètres pour les canons de 12c et de 15c, et de 2 400 mètres pour le canon de 18c. Ces limites sont trop restreintes; le tir fusant de ces bouches à feu doit pouvoir être exécuté jusqu'à 4 000 ou 4 500 mètres; et les shrapnels doivent servir également au tir vertical des mortiers. Il faut donc trouver une fusée dont la durée de combustion puisse être de 20 secondes environ.

Le Comité militaire a expérimenté deux types de fusée permettant d'obtenir ce résultat. L'un d'eux n'est autre que la fusée à cadran mod. 1866-1880, dans laquelle la composition en pulvérin comprimé est remplacée par une composition plus lente. Le deuxième type est une fusée à deux étages chargée comme à l'ordinaire en pulvérin comprimé. Pour chacune de ces deux fusées, la durée de combustion maximum est de 19sec, 5.

On a employé, dès 1883, des fusées du premier type

Digitized by Google

dans le tir à shrapnels du mortier de 9c (1). Les résultats obtenus furent tels qu'on résolut de continuer l'essai de ces fusées en 1884.

Des tirs exécutés avec les canons de 12c et de 18c mod. 1880, devaient permettre de juger lequel des deux types fonctionne le plus régulièrement.

Pour le tir à shrapnels du mortier de 9c, le but consistait en quatre rangées de panneaux placées à 5m,30 l'une derrière l'autre. Chaque rangée avait 1m,80 de haut, 16 mètres de long et était divisée en 26 bandes verticales.

La première rangée se trouvait à 2m,60 en arrière d'une masse couvrante dont la crête était à 2m,50 au-dessus du sol naturel. Des panneaux couchés horizontalement couvraient le sol dans les intervalles entre les différentes rangées.

Pour le tir à shrapnels des canons de 12c et de 18c, le but consistait en 3 rangées de panneaux distantes de 20 mètres, en terrain découvert. Chaque rangée avait 36 mètres de long, 2m,70 de haut et était divisée en 60 bandes verticales.

Les résultats obtenus sont exprimés dans le tableau ci-après.

Le nombre des fusées du deuxième type employées dans ces expériences est trop petit pour qu'il soit possible de comparer les deux types au point de vue de la régularité du fonctionnement.

On continue, en 1885, les expériences sur les fusées à durée prolongée destinées au tir des mortiers de 9c et de 15c, des canons de siège mod. 1880 et des canons de campagne et de montagne mod. 1875.

TABLEAU.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t XXV. p. 320.

Digitized by Google

Espèce de projectile.	Poids de la charge.	Fusées employées.	Réglage de la fusée.	Portée.	Angle de tir.	Nombre de coups tirés.	Intervalle d'éclatement maximum.	Intervalle d'éclatement moyen.	Distance entre les points d'éclatement extrêmes.	Hauteur d'éclatement.	Nombre de files atteintes par coup dans 3 rangées de panneaux. Pour la cavalerie.	Nombre de files atteintes par coup dans 3 rangées de panneaux. Pour l'infanterie.
	kg.			m.	°		m.	m.	m.	m.		
Shrapnel de 9c modèle 1875.	0,14	n° 1.	9 1/4	1 045	20 1/4	4	48	23	48	11	»	»
		id.	16	1 410	40	13	70	15	94	11	»	»
	0,09	n° 1.	6 3/4	600	21	12	55	35	46	11	»	»
		id.	12 1/2	850	42	4	51	46	14	45	»	»
	0,06	n° 1.	4 3/4	350	20	5	68	37	48	15	»	»
		id.	8 1/2	475	40	11	47	32	27	29	»	»
Shrapnel de 12c modèle 1880.	4,80	n° 1.	7 3/4	2 500	4 1/4	8	346	263	162	32	60	48
		n° 2.	10 3/4	2 500	4 1/4	7	205	148	151	18	81	62
		n° 1.	13 1/4	4 000	8 1/2	6	280	212	205	46	54	41
		n° 2.	18 1/4	4 000	8 1/3	5	320	184	245	38	46	35
		n° 1.	15 1/4	4 500	10	11	248	129	322	34	47	34
Shrapnel de 18c modèle 1880.	3,20	n° 1.	18 1/4	3 750	22	3	350	276	152	118	68	47
		id.	18 3/4	3 750	22	12	248	167	184	70	57	43
	1,80	n° 1.	9 1/4	1 500	15 1/3	10	82	65	81	18	65	51
		id.	8 3/4	1 500	15 1/3	3	136	123	26	32	82	66

Mortier de 9e de siège.

Les expériences de 1883 avaient fait ressortir, pour le tir du mortier de 9c, la supériorité du shrapnel sur l'obus à anneaux au point de vue du nombre des atteintes. En vue de l'adoption, pour cette bouche à feu, du shrapnel mod. 1875, on chercha, en 1884, à déterminer les différents éléments nécessaires pour compléter les tables du tir à shrapnels. Le tableau ci-après donne les résultats des tirs à projectiles lestés.

Digitized by Google

Mortier de 9c de siège. — Tir à shrapnels lestés.

POIDS de la charge. Poudre de Stein A.	ANGLE de tir.	NOMBRE de coups par série.	PORTÉE moyenne.	DURÉE moyenne du trajet.	ÉCARTS MOYENS en portée.	ÉCARTS MOYENS en direction.	DIMENSIONS du rectangle enveloppe. Longueur.	DIMENSIONS du rectangle enveloppe. Largeur.
g.			mètres.	sec.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
50	20°	10	297	4,7	3,3	0,7	15,3	3,1
	40	10	417	8,8	9,5	1,3	31,0	5,4
60	20	10	370	5,2	6,4	0,4	26,9	1,7
	40	10	515	9,9	8,8	0,7	33,2	3,1
70	20	10	433	6,1	10,8	0,4	44,8	1,9
	40	10	636	11,0	12,1	0,4	46,4	2,0
90	20	10	600	6,9	14,1	0,9	48,6	3,6
	40	10	863	12,7	8,5	1,3	84,0	5,2
110	20	10	805	8,2	8,5	1,1	36,4	3,4
	40	15	1 096	14,5	12,8	1,8	45,3	8,0
140	20	15	1 049	9,5	13,0	0,8	55,3	3,7
	40	15	1 417	16,4	16,3	2,4	80,5	9,2

On a vu plus haut sur quel but a été exécuté le tir des shrapnels chargés et armés de la fusée mod. 1866-1880 à durée prolongée (1).

Les résultats en sont portés dans le tableau suivant :

Mortier de 9c de siège. — Tir à shrapnels chargés.

DISTANCE DU BUT.	POIDS DE LA CHARGE.	ANGLE DE TIR.	RÉGLAGE DE LA FUSÉE.	INTERVALLE MOYEN d'éclatement.	HAUTEUR MOYENNE d'éclatement.	NOMBRE D'ATTEINTES PAR COUP dans les panneaux verticaux. Trous.	Total.	dans les panneaux verticaux et horizontaux. Trous.	Total.	NOMBRE de files par coup traversées.	touchées.
m.	g.			m.	m.						
1 045	140	20 1/4°	9 1/4	23	11	47	66	51	89	24	29
1 410		40	16	15	11	7	13	13	29	4	6
600	90	21	6 3/4	35	11	13	31	13	36	14	18
850		42	12 1/2	46	45	5	31	7	52	7	22
350	60	20	4 3/4	37	15	8	80	8	97	19	40
475		40	8 1/2	32	29	3	35	4	66	3	19

Après 1 259 coups, le mortier de 9c n'a présenté aucune dégradation ; l'affût a également bien résisté.

(1) Voir page 537.

Digitized by Google

Dans le but d'augmenter les effets du tir du mortier de 9c, on a essayé des shrapnels formés d'un *corps cylindrique en acier* et d'une ogive en fonte vissée sur celui-ci (1). La faible épaisseur des parois en acier força à diminuer la profondeur du logement des ceintures ; mais cela ne présenta aucun inconvénient au point de vue du mouvement du projectile dans l'âme. Le shrapnel en acier pèse en moyenne 7kg,760 ; il contient 100 grammes de poudre à fusil et 212 balles en plomb de 13 millimètres. Le shrapnel modèle 1875 pèse en moyenne 7kg,100 ; il renferme 90 grammes de poudre et 165 balles. Pour les expériences, les deux shrapnels étaient armés de la fusée modèle 1866-1880 chargée en composition lente.

Le tir comparatif a été exécuté à la charge de 60 grammes et sous l'angle de 40°. Le tableau suivant donne, pour chaque espèce de shrapnel, les résultats moyens par coup et les résultats du coup qui a atteint le plus grand nombre de files.

Mortier de 9c de siège. — Tir comparatif de shrapnels.

RÉSULTATS.	ESPÈCE de projectile.	PORTÉE.	NOMBRE DE COUPS.	DIVISION DE RÉGLAGE de la fusée.	INTERVALLE d'éclatement moyen.	HAUTEUR MOYENNE d'éclatement.	DISTANCE ENTRE LES POINTS d'éclatement extrêmes.	NOMBRE D'ATTEINTES par coup — dans les panneaux verticaux. Trous.	Total.	dans les panneaux verticaux et horizontaux. Trous.	Total.	NOMBRE de files par coup — traversées.	touchées.
		m.			m.	m.	m.						
Résultats moyens.	Shrapnel en acier.	380	7	7 1/2	26	30	26	14	21	31	45	13	15
	Shrapnel mod. 1875	475	11	8 1/2	32	29	27	3	35	4	66	3	19
Meilleurs résultats.	Shrapnel en acier.	380	1	7 1/2	21	30	»	33	43	67	86	24	29
	Shrapnel mod. 1875	475	1	8 1/2	26	25	»	9	85	11	152	8	26

(1) Dès 1870, on a exécuté en Autriche et en Suisse des expériences sur des shrapnels à paroi mince formés de deux parties vissées l'une sur l'autre. En 1883, un shrapnel de ce type a été adopté en Suisse. (Voir *Revue d'artillerie*, juillet 1885, t. XXVI, p. 350.)

Digitized by Google

Un certain nombre de corps de shrapnels en acier et d'ogives se sont brisés en plusieurs morceaux.

Les résultats obtenus tendent à prouver que le shrapnel en acier produit des effets supérieurs à ceux du shrapnel mod. 1875.

Les expériences sont continuées.

Tubage des canons en bronze-acier.

Le canon de 15c de siège en bronze-acier n° 6, tubé en bronze dur sur toute la longueur de l'âme, avait été soumis, en 1883, à un premier tir de résistance (1). On a continué le tir, en 1884, de manière à porter à 1 000 le nombre des coups. La justesse n'a pas diminué et il ne s'est pas produit dans l'âme de modification bien sensible.

Le tir de résistance du canon n° 6 a été prolongé jusqu'à 1 600 coups. Tous les cent coups environ, on faisait un tir de justesse et l'on mesurait la vitesse initiale et la pression des gaz. Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau ci-après.

Canon de 15c tubé. — Charge : 7k,8. — Obus de 31k,5.

TIRS AUX VITESSES ET AUX PRESSIONS.					TIRS DE JUSTESSE A 2 000 MÈTRES.						
NOMBRE DES COUPS tirés auparavant par la bouche à feu.	VITESSE INITIALE moyenne à 50 mètres.	DIFFÉRENCE MAXIMA entre les vitesses mesurées.	PRESSION moyenne mesurée à hauteur de la plaque d'appui.	PRESSION maximum mesurée à hauteur de la plaque d'appui.	NOMBRE DE COUPS par série.	NOMBRE DES COUPS tirés auparavant par la bouche à feu.	ÉCARTS MOYENS en portée.	ÉCARTS MOYENS en hauteur.	ÉCARTS MOYENS en direction.	DIMENSIONS du rectangle enveloppe Longueur.	DIMENSIONS du rectangle enveloppe Largeur.
	m.	m.	atm.	atm.			m.	m.	m.	m.	m.
700	477	1,5	1 688	1 825	20	677	10,8	0,8	0,8	40,6	3,0
828	477	2,9	1 702	1 851	20	805	13,9	1,0	0,7	60,4	3,1
972	476	1,8	1 625	1 636	19	977	6,9	0,5	0,5	33,9	2,3
1 080	476	2,9	1 607	1 658	20	1 085	13,4	1,0	1,0	63,7	4,5
1 337	471	4,1	1 615	1 708	20	1 227	12,5	1,0	1,7	52,2	5,4
1 342	468	1,9	1 565	1 636	20	1 390	10,0	0,7	0,8	44,1	3,4
1 600	464	2,5	1 522	1 573	20	1 431	15,3	1,2	1,0	71,3	4,5

(1) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t. XXV, p. 326.

Digitized by Google

La vitesse initiale diminue beaucoup moins pour le canon tubé que pour les pièces non tubées. La justesse n'a subi qu'une faible diminution ; elle a été supérieure, après 1 451 coups, à celle du canon non tubé après 800 coups. L'âme a très bien résisté à l'épreuve : le canon est encore parfaitement apte au service et sera employé pour des expériences ultérieures.

Affût de siège de 15°.

On avait expérimenté, en 1883, *une vis de pointage renforcée* pour l'affût de siège de 15c mod. 1880 (1) ; l'existence de criques dans le flasque gauche avait eu sur la résistance de la vis intérieure une influence défavorable. En 1884, l'essai fut recommencé avec un nouvel affût ; la vis intérieure était en acier Bessemer : après 705 coups, l'appareil était resté en bon état.

D'après cela, si chaque pièce est pourvue d'une vis intérieure de rechange, on pourra continuer le tir jusqu'à la limite d'usure du canon.

Canons de 12° et de 18° modèle 1880.

On a cherché, au point de vue de la sécurité dans les champs de tir, quelle est l'étendue de la zone exposée à recevoir des éclats dans le tir des obus de 12c mod. 1880. Aux distances moyennes, cette zone a 900 mètres de long sur 525 mètres de large.

A l'occasion d'autres essais, on continua les épreuves de résistance du canon de 12c n° 3 et du canon de 18c n° 1 (2). A la suite de ces épreuves, le canon de 12c avait tiré 1 871 coups et le canon de 18c, 1 797 coups ; leur justesse était encore satisfaisante. Les épreuves sont continuées cette année.

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t. XXV, p. 326.
(2) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t. XXV, p. 321.

Digitized by Google

Affûts à embrasure minimum.

Pendant les écoles à feu de tourelle, on reconnut la nécessité de modifier légèrement l'affût de 12ᶜ à embrasure minimum pour augmenter sa résistance. L'affût modifié s'est très bien comporté.

Un nouveau type d'affût à embrasure minimum a été construit pour permettre le tir sous l'angle de — 15° dans certaines forteresses en pays de montagne. L'angle de tir maximum n'est plus alors que de 20° au lieu de 25° ; mais cela ne présente aucun inconvénient, car une même pièce ne peut pas avoir à battre à la fois un but très élevé ou très éloigné et un but fortement en contre-bas.

Dans cet affût, la pièce n'est pas soulevée par une presse hydraulique, mais par un système d'engrenages.

Il faut 2 minutes $\frac{3}{4}$ pour amener le canon de l'angle de + 20° à l'angle de — 15°, 2 minutes pour parcourir le secteur de tir en sens inverse, et une demi-minute pour passer du plus grand angle à la position de chargement (10 degrés).

Les expériences sont en cours.

Blindages.

On a expérimenté :

1° Des *portières en cordage* destinées à protéger les embrasures ordinaires de casemates à canon contre le feu de mousqueterie ou contre les éclats d'obus de 7ᶜ et de 9ᶜ mod. 1875 ;

2° Des blindages provisoires en bois destinés à arrêter les projectiles des canons de 12ᶜ, de 15ᶜ et de 18ᶜ mod. 1880 ;

3° Des blindages en tôle bombée destinés à arrêter les projectiles du canon de 18ᶜ et du mortier de 15ᶜ.

Les portières en cordage n'ont pas rempli leur but. Les blindages en bois et en tôle ont donné de bons résultats.

Digitized by Google

Mortier de 15c de siège en bronze-acier.

Les premières expériences exécutées avec le mortier de siège de 15c en bronze-acier ont eu pour but de déterminer la poudre à employer (1). On a reconnu qu'avec la poudre de 7 millimètres, on peut obtenir, sans dépasser la pression de 1 000 atmosphères, des vitesses initiales plus considérables qu'avec la poudre ordinaire. Mais, dans le tir aux faibles charges, l'emploi de la poudre de 7 millimètres diminue la justesse. On a décidé, en conséquence, de ne faire usage de la poudre à gros grains que dans le tir aux fortes charges, où la poudre de Stein donnerait lieu à des pressions trop considérables.

L'expérience ayant montré que, dans les circonstances défavorables, les coins ne suffisent pas pour modérer le recul du mortier de siège de 15c, on a mis en essai un affût en fer à frein hydraulique sur une plate-forme à pivot. Le plancher de la plate-forme a dû être formé de lambourdes de 10 centimètres d'épaisseur, car les madriers employés antérieurement pour les plates-formes de mortiers de 17c et de 24c n'avaient pas montré assez de résistance, particulièrement dans le tir sous l'angle de 65 degrés.

Pour toutes les expériences ultérieures faites avec les mortiers de 15c de siège et de place, on a fait usage de l'affût, du frein et de la plate-forme dont il vient d'être question. Les résultats ont été très satisfaisants.

Pour déterminer les éléments des tables, on exécuta un tir à obus et un tir à shrapnels. Au début de chacun de ces tirs, on mesura la vitesse initiale obtenue avec les charges de 300, 600 et 950 grammes de poudre de Stein, et avec celles de $1^{kg},100$ et de $1^{kg},300$ de poudre de 7 millimètres. Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau suivant.

En poursuivant les expériences, on a constaté que, dans le tir à shrapnels à la charge $0^{kg},990$ de poudre de Stein, la pression de 1 000 atmosphères n'est pas atteinte.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t. XXV, p. 333.

Digitized by Google

Mortier de siège de 15c.
Obus mod. 1880, 31kg,5; shrapnel mod. 1880, 36kg,9.

POUDRE employée.	POIDS DE LA CHARGE.	ESPÈCE de projectile.	NOMBRE DE COUPS par série.	VITESSE INITIALE moyenne.	DISTANCE à laquelle la vitesse initiale a été mesurée.	DIFFÉRENCE MAXIMUM entre les vitesses initiales mesurées.	PRESSION moyenne mesurée à hauteur de la plaque d'appui.	PRESSION maximum mesurée à hauteur de la plaque d'appui.
	g.			m.	mètres.	mètres.	atm.	atm.
Poudre de Stein A.	300	Obus.	5	91	25	3,0	»	»
		Shrapnel.	5	84	25	1,0	»	»
	600	Obus.	5	137	25	1,3	»	»
		Shrapnel.	5	127	25	2,5	»	»
	950	Obus.	5	181	50	2,4	793	853
		Shrapnel.	5	167	50	4,9	820	898
Poudre de 7mm.	1 100	Obus.	5	180	50	3,6	»	»
		Shrapnel.	5	169	50	3,9	»	»
	1 300	Obus.	5	203	50	2,4	811	819
		Shrapnel.	5	189	50	1,6	856	906

Pour avoir une idée des effets du shrapnel, on tira quelques coups à la charge de 1 kg. de poudre de 7 millimètres, à la distance de 1 900 mètres. Le but consistait en 4 rangées de panneaux de 24 mètres de long, de 1m,80 de haut, partagées en 40 bandes verticales et placées à 5m,30 les unes des autres. La première rangée était à 2m,60 derrière la crête d'un épaulement de 2m,50.

Les shrapnels étaient armés de la fusée mod. 1875-1880, chargée en composition lente.

Mortier de 15c. — Tir à shrapnels à 1900 m. — Charge : 1 kg.

NOMBRE DE COUPS par série.	ANGLE DE TIR.	RÉGLAGE de la fusée.	INTERVALLE D'ÉCLATEMENT.	HAUTEUR D'ÉCLATEMENT.	DISTANCE entre les points d'éclatement extrêmes.	NOMBRE D'ATTEINTES PAR COUP dans les panneaux verticaux. Trous.	Total.	dans les panneaux verticaux et horizontaux. Trous.	Total.	NOMBRE de files par coup traversées	touchées.
			m.	m.	m.						
3	23°40'	13 1/4	89	45	85	52	56	72	121	36	43
6	23 20	13 1/4	75	36		55	68	75	107	35	41

Digitized by Google

Le poids du shrapnel dépassant de $5^{kg},4$ celui de l'obus ordinaire, pour obtenir avec les deux projectiles à peu près la même vitesse initiale, on ajoute à la charge du shrapnel une petite charge complémentaire, ainsi que le montre le tableau de la page 547. Il est alors facile de passer du tir à obus au tir à shrapnels. De plus, dans les limites de portée usuelles, il suffit d'un nombre moins grand de charges distinctes, si l'on emploie les charges complémentaires.

Il suffit de 8 charges différentes de poudre de Stein pour le tir à obus depuis 450 jusqu'à 2 500 mètres ; pour le tir à shrapnels, on ajoute l'une des charges complémentaires de 30, 60 et 90 grammes (gargousses pour mortier de 9^c). Pour le tir à obus de 2 500 à 3 500 mètres, on se sert de la charge de $1^{kg},3$ de poudre de 7 millimètres ; mais, pour le shrapnel, on ne dépasse pas 2 500 mètres, parce qu'à cette distance correspond une durée de 19 secondes.

La justesse du tir à obus et surtout celle du tir à shrapnels sont très grandes pour les angles inférieurs à 45 degrés.

La même pièce a tiré 1 062 coups sans présenter dans l'âme de modification appréciable.

L'affût en fer a servi 810 fois dans le tir du mortier de siège et 68 fois dans le tir du mortier de place. Il n'a éprouvé aucune détérioration.

Le frein hydraulique à cylindre de bronze a bien résisté à 300 coups. Le frein à cylindre de fonte a été dégradé au bout de quelques coups ; on a dû le modifier. Il s'est alors bien comporté ; on l'emploiera encore pour les expériences sur le mortier de place.

Les lambourdes du tablier de la plate-forme étaient d'abord en chêne ; elles ont été remplacées par des lambourdes en pin de même équarrissage, qui ont supporté sans dégradations importantes un tir de 647 coups, dont 97 sous un grand angle et le frein enlevé. Les autres parties de la plate-forme ont parfaitement résisté.

Digitized by Google

Mortier de siège de 15c. — Tirs balistiques.

TIR A OBUS.							TIR A SHRAPNELS.								
POIDS de la charge.	ANGLE DE TIR.	PORTÉE moyenne.	ÉCARTS MOYENS en portée.	ÉCARTS MOYENS en direction.	DIMENSIONS du rectangle enveloppe. Longueur.	DIMENSIONS du rectangle enveloppe. Largeur.	POIDS DE LA CHARGE. Gargousse réglementaire.	POIDS DE LA CHARGE. Gargousse complémentaire.	ANGLE DE TIR.	PORTÉE moyenne.	ÉCARTS MOYENS en portée.	ÉCARTS MOYENS en direction.	DIMENSIONS du rectangle enveloppe. Longueur.	DIMENSIONS du rectangle enveloppe. Largeur.	DURÉE du trajet.
kg.		mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	kg.	kg.		mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	sec.
0,250	20°	456	8,3	0,2	32,8	0,9	0,250	0,030	20°	474	2,5	0,3	8,0	1,3	6,2
	45	604	16,3	1,0	52,7	4,2			40	644	13,5	1,0	52,3	6,1	10,7
0,300	20	558	8,2	0,5	41,0	1,6	0,300		20	560	8,3	0,4	33,0	1,2	6,5
	45	807	11,6	1,0	54,4	3,7			40	807	7,0	0,8	29,6	2,8	11,6
0,360	20	671	12,5	0,3	49,0	1,3	0,360		20	674	4,7	0,4	21,2	1,4	7,9
	45	979	6,5	0,6	30,5	2,6			40	964	5,0	1,0	23,5	3,5	13,6
0,430	20	851	7,5	0,4	28,4	1,2	0,430		20	828	5,3	0,6	25,4	3,1	8,5
	45	1 219	8,8	1,1	49,8	3,9			40	1 171	4,6	0,9	19,7	3,2	15,1
0,520	20	1 060	7,7	0,8	46,3	4,6	0,520	0,060	20	1 068	4,5	0,9	18,2	4,0	9,5
	45	1 514	11,9	2,0	44,6	8,7			40	1 500	6,8	1,7	30,0	6,9	16,6
0,640	20	1 346	6,0	1,2	28,2	3,3	0,640		20	1 334	7,0	0,9	28,9	4,2	10,8
	45	1 920	10,5	1,6	41,8	5,2			40	1 871	10,7	1,4	40,7	5,9	18,5
0,760	20	1 627	15,2	1,2	46,6	3,3	0,760	0,090	20	1 640	6,6	1,3	32,5	5,4	11,4
	45	2 306	9,9	1,6	45,0	7,6			35	2 233	7,0	2,1	30,6	7,2	18,5
0,900	20	1 941	10,5	1,2	47,3	4,4	0,900		20	1 928	6,1	0,7	23,0	2,6	12,4
	45	2 727	14,0	2,9	52,8	15,6			32	2 536	10,9	2,4	50,1	9,6	18,8
1,300 poudre de 7 mm	20	2 503	14,8	0,7	82,0	3,1									
	45	3 482	25,8	3,2	119,4	13,2									

Digitized by Google

Le service du mortier de 15c de siège est exécuté par quatre servants.

Pour le transport du mortier, on peut employer, soit l'avant-train de siège en fer mod. 1880, soit l'avant-train de siège ordinaire, soit l'avant-train à bras.

Mortier de 15c de place.

Le mortier de 15c de place, également en bronze-acier (1), a été organisé pour le tir des projectiles des canons rayés en fonte. Au début, il était porté par un affût en bois et par une plate-forme ordinaire en lambourdes.

Pour ne pas dépasser la pression de 1 000 atmosphères, on reconnut qu'avec les projectiles mod. 1861 la charge limite devait être fixée à 1kg,400 et, avec les projectiles mod. 1878, à 1kg,150. Les résultats des tirs aux vitesses sont indiqués ci-dessous.

Mortier de 15c de place. — Tir aux vitesses.

POUDRE employée.	POIDS de la charge.	DISTANCE à laquelle la vitesse initiale a été mesurée.	VITESSE INITIALE moyenne	
			Obus mod. 1861 (poids 27kg,740).	Obus mod. 1878 (poids 27kg,500).
	kg.	mètres.	mètres.	mètres.
Poudre à canon de Stein.	1,400	50	203	»
	1,150	50	»	203
	0,900	25	158	176
	0,700	25	137	152
	0,500	25	113	124
	0,300	25	82	92

La charge minimum a été fixée à 250 grammes, par cette considération que la même charge assure encore le fonctionnement de la fusée percutante mod. 1875 dans le tir du mortier de siège avec obus mod. 1880. Cette charge permet le tir à 440 mètres.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t. XXV, p. 331.

Digitized by Google

Après avoir essayé, pour limiter le recul, des coins en bois, seuls ou combinés avec des enrayures en corde, après avoir tenté de modifier l'affût en bois et ses roulettes, on reconnut que l'emploi d'un frein hydraulique était indispensable.

Les flasques de l'affût en bois ne peuvent résister au tir sous de grands angles; on employa avec succès l'affût en fer du mortier de 15c de siège, modifié d'après les résultats des expériences.

Le tableau suivant donne une partie des résultats du tir balistique à obus lestés.

Mortier de 15c de place. — Tir balistique.

PROJECTILE employé.	POIDS de la charge.	ANGLE DE TIR.	NOMBRE DE COUPS par série.	PORTÉE MOYENNE.	ÉCARTS MOYENS en portée.	ÉCARTS MOYENS en direction.	DIMENSIONS du rectangle enveloppe. Longueur.	DIMENSIONS du rectangle enveloppe. Largeur.	DURÉE MOYENNE du trajet.
	kg.	°		mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	sec.
Obus ordinaire mod. 1878.	1,150	45	20	3 360	33,4	4,1	165,0	19,5	27,9
		20	19	2 466	19,2	2,4	97,1	11,2	13,2
	0,900	45	15	2 658	21,0	6,1	86,6	32,2	24,6
	0,300	45	10	777	19,1	0,7	89,0	2,1	13,9
Obus ordinaire mod. 1861.	1,400	45	20	3 511	41,6	6,4	189,0	25,7	28,6
		20	20	2 511	25,3	2,6	113,6	10,4	14,9
	0,800	45	15	2 076	15,7	1,8	89,4	9,7	22,0
	0,350	45	10	858	12,9	1,2	42,4	5,2	13,1

Comme pour le mortier de siège, on reconnut la nécessité d'employer, pour le tir à shrapnels, de petites charges complémentaires (30 et 60 grammes pour le shrapnel mod. 1866; 50, 80, 120 et 180 grammes pour le shrapnel mod. 1878). On peut faire varier la portée de 440 à 3 500 mètres environ pour le tir des obus des deux modèles. Le tir à shrapnels peut être exécuté jusqu'à 2 500 mètres, si

Digitized by Google

l'on emploie des fusées de 19 secondes. La justesse du tir à obus mod. 1878 est un peu inférieure à celle du mortier de siège; elle est encore suffisante jusqu'à 2 000 mètres dans le tir des obus à chemise de plomb.

Les expériences ont été continuées en 1885.

Canon de 15c de côte.

Pour diminuer l'usure du canon de 15c de côte, on a adopté une charge d'exercice de 10 kilogrammes (charge normale 14kg,5). La vitesse initiale de l'obus ordinaire est de 421 mètres. Un tir exécuté à la distance de 2 500 mètres a permis de vérifier l'exactitude des éléments calculés pour le tir à cette charge. On a constaté en même temps que la justesse est suffisante.

Mortier de 28c de côte.

Les expériences de 1883 sur le mortier de 28c de côte (1) ont fait reconnaître que le frein hydraulique en essai ne pouvait pas convenablement limiter le recul; il aurait fallu augmenter sa résistance en diminuant la section des orifices du piston; mais l'affût et le châssis auraient eu à supporter des efforts trop considérables, surtout au commencement du recul. Un frein à résistance constante expérimenté en 1884 a donné d'excellents résultats.

Un tir préliminaire, dans lequel on employa comparativement la poudre de 13 mm. et celle de 21 mm. fit ressortir que la justesse du tir est bien plus grande avec la poudre de 13 mm. Celle-ci a été adoptée définitivement et les expériences destinées à la construction des tables ont été exécutées.

Les résultats du tir sous l'angle de 20 degrés sont consignés dans le tableau ci-dessous. Les charges ont varié

(1) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t. XXV, p. 334.

Digitized by Google

de $2^{kg},600$ à $15^{kg},500$; on s'est arrêté à cette dernière pour ne pas dépasser la pression limite imposée. Le poids du projectile d'expérience est de 217 kilogrammes.

Mortier de 28c de côte. — Angle de tir : 20°.

POIDS DE LA CHARGE (Poudre de 13mm).	NOMBRE DE COUPS tirés.	VITESSE initiale moyenne.	DISTANCE à laquelle la vitesse a été mesurée.	DIFFÉRENCE maximum entre les vitesses initiales mesurées.	PRESSION moyenne	PRESSION maximum
					mesurée à hauteur de la plaque d'appui.	
kg.		mètres.	mètres.	mètres.	atm.	atm.
2,6	5	93		1,2	»	»
3,0	5	103	6,3	1,5	»	»
3,5	10	114		4,2	»	»
4,2	5	129		2,7	»	»
5,2	10	145	8,5	3,7	»	»
6,4	5	165		2,5	»	»
8,0	5	183		1,8	»	»
10,0	5	216		0,9	»	»
12,5	10	248	15,0	1,5	»	»
15,0	5	278		2,0	1 481	1 525
15,5	5	284		1,7	1 609	1 636

Pour obtenir les portées comprises entre 580 et 7 000 mètres environ, il faut employer dix charges différentes, l'angle de tir variant de 20 à 65 degrés.

La justesse est remarquable.

Le mortier de 28c de côte a tiré 315 coups sans manifester de modifications sensibles dans l'âme. L'affût, le châssis, la plate-forme, ont très bien fonctionné ; à la fin des expériences, on a constaté quelques dégradations sans grande importance qui ont pu facilement être réparées.

Les épreuves de résistance du mortier et de l'affût doivent être continuées.

TABLEAU.

Digitized by Google

Mortier de 28c de côte. — Tir balistique.

NOMBRE de coups tirés.	POIDS de la charge. (Poudre de 13 mm.).	ANGLE de tir.	PORTÉE MOYENNE	ÉCARTS MOYENS. en portée.	ÉCARTS MOYENS. en direction.	DIMENSIONS du rectangle enveloppe. Longueur.	DIMENSIONS du rectangle enveloppe. Largeur.	RECUL.
	kg.	°	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
5	2,600	20	582	6,7	0,3	26,9	1,0	0,40
10		45	889	13,8	0,4	52,5	2,2	0,19
5	3,000	20	715	3,4	0,4	13,8	1,2	0,48
10		45	1 058	17,6	0,6	86,7	2,2	0,25
10	3,500	20	866	9,4	0,7	38,2	2,4	0,55
5		45	1 327	4,4	0,7	17,2	2,3	0,26
5	4,200	65	1 227	8,1	4,3	24,3	11,9	0,08
5		20	1 085	9,9	0,3	27,2	1,4	0,71
10		45	1 655	19,2	0,7	70,4	3,4	0,40
5	5,200	65	1 627	6,4	1,8	23,1	5,4	0,08
10		20	1 402	9,5	0,6	44,0	2,7	0,87
5		45	2 123	13,8	0,6	34,4	2,5	0,52
8	6,400	65	2 013	15,3	2,8	61,0	12,8	0,08
5		20	1 802	6,3	0,5	28,2	1,9	1,02
8		45	2 701	19,7	0,9	86,8	3,2	0,69
8	8,000	65	2 482	17,0	5,5	87,1	24,1	0,07
5		20	2 332	7,1	0,9	25,6	3,6	1,12
8		45	3 431	18,0	4,1	63,6	12,5	0,85
6	10,000	65	3 362	11,6	19,2	41,3	59,2	0,29
5		20	3 011	7,6	0,5	24,8	2,1	1,18
8		45	4 353	14,4	3,1	46,1	10,2	0,92
8	12,500	65	4 202	14,6	2,6	59,0	8,0	0,44
10		20	3 870	4,3	1,8	21,8	9,0	1,20
10		45	5 616	26,6	4,7	94,0	20,0	1,01
5	15,000	20	4 739	22,0	1,3	66,5	4,8	1,25
5	15,500	20	4 893	13,7	1,4	41,5	4,0	1,23

MITRAILLEUSES.

Le Comité militaire a fait des expériences sur une *mitrailleuse Gatling* perfectionnée à dix canons. L'affût permet le

Digitized by Google

tir sous des angles variant de — 55° a + 85° et peut être déplacé horizontalement. Les cartouches sont amenées dans le barillet au moyen d'un tambour qui assure le fonctionnement régulier de l'appareil de chargement et de percussion dans toutes les positions de l'arme et quelle que soit la rapidité du tir. Le tambour contient 104 cartouches (Berdan).

Le mécanisme s'est très bien comporté.

A la distance de 500 mètres, les balles tirées sous un angle de 78 à 84 degrés et tombant sur la pointe, pénétrèrent de 8 cm. dans un sol ferme de terre de bruyère.

Il faut $1^{sec},4$ pour tirer une salve de 50 coups, $2^{sec},8$ pour tirer les 104 cartouches placées dans le tambour et $27^{sec},1$ pour épuiser cinq tambours. Le remplacement de ceux-ci exige en moyenne $3^{sec},1$.

On a construit un affût court pour la *mitrailleuse Montigny* destinée au flanquement des fossés. Cet affût exige très peu d'espace et permet de diminuer les dimensions et par suite le prix des caponnières. Après avoir subi quelques modifications destinées à le rendre plus stable dans le tir, l'affût s'est bien comporté et le service de la pièce n'a présenté aucune difficulté.

On a modifié l'affût en essai de façon à satisfaire aux exigences des diverses places, en permettant aussi bien le tir à 12 degrés qu'à — 11°. Le nouvel affût est expérimenté en 1885.

La manufacture Lœwe et Cie de Berlin a livré une *mitrailleuse Gardner* à tir rapide, à deux canons, organisée pour le tir de la cartouche mod. 1877, du calibre de 11^{mm}.

D'après les expériences exécutées en 1884, cette mitrailleuse, servie par deux hommes, peut tirer de 144 à 217 coups en une demi-minute ; servie par trois hommes se relayant, elle tire 1 000 coups en 2 minutes 45 secondes ; et servie par un seul homme, 140 coups à la minute.

Cette bouche à feu a très bien fonctionné depuis les

Digitized by Google

plus grands angles de tir (+ 35°) jusqu'aux plus grands angles de dépression (— 63°). Elle offre l'avantage de permettre de couvrir de balles un champ très vaste dans le sens horizontal et dans le sens vertical, tout en n'exigeant qu'un petit espace. Elle est donc très propre à la défense des places, particulièrement pour le flanquement des fossés, et éventuellement elle peut être employée à la guerre de montagne.

Les expériences se continuent en 1885.

POUDRES.

Le Comité militaire fit l'essai d'échantillons de différentes sortes de poudres de 13mm et de 21mm. Un certain nombre de poudres de 13mm furent reconnues trop brisantes ; mais on put faire disparaître cet inconvénient en augmentant leur densité.

Il est à peu près certain qu'à l'avenir on emploiera, pour le tir du canon de 28c de côte en acier, la poudre-chocolat prismatique fabriquée en Autriche. Après de longues recherches, on est arrivé à produire une poudre de ce genre qui a donné de très bons résultats.

On essaya aussi des poudres-chocolat cubiques de 21mm et de 13mm. Deux espèces de poudres de 21mm sont particulièrement remarquables, tant par la simplicité de leur fabrication que par l'efficacité de leur action. Le tableau suivant fournit quelques indications sur les expériences faites par le Comité.

DIMENSIONS des grains.	DENSITÉ de la poudre.	POIDS de la charge.	POIDS du projectile.	VITESSE initiale.	PRESSION.
mm.		kg.	kg.	m.	atm.
21	1,818	14,500	51	504	1 835
21	1,753	14,800	51	500	1 686
13	»	5,200	16,7	513	1 579

Les expériences se continuent en 1885.

Digitized by Google

FUSILS ET REVOLVERS.

Le Comité militaire a expérimenté un assez grand nombre d'armes à répétition. La plupart d'entre elles ont donné de bons résultats et ont été envoyées à l'École de tir où les expériences sont continuées.

La manufacture d'armes de Steyr a présenté quatre fusils à répétition :

1° Un *fusil à chargeur du système Lee,* déjà essayé en 1883 (1). La manufacture a cherché à remédier aux inconvénients inhérents à ce système. Les résultats des expériences ont été satisfaisants ;

2° Un *fusil à barillet du système Schœnauer.* Le principe de cette arme est analogue à celui des types Spitalsky, Spitalsky-Kromar et Spitalsky-Mannlicher. On a constaté quelques légers inconvénients qui ont pu être écartés ;

3° Un *fusil Kropatschek* approprié au tir de la cartouche autrichienne mod. 1877. Les modifications portent sur la disposition du tube-magasin, du logement de l'auget et du butoir d'auget ;

4° Un *fusil Kropatschek* approprié au tir de la cartouche Mauser. On y a apporté les mêmes modifications que dans le type précédent. De plus, le tube-magasin est prolongé jusqu'à la plaque de couche et fermé par un couvercle mobile. En enlevant la plaque de couche et le couvercle, on peut retirer le ressort à boudin du tube-magasin et nettoyer celui-ci sans démonter l'arme.

Cette disposition a été reconnue avantageuse.

Fusil à répétition, Spitalsky-Kromar (2). — Deux fusils de ce système ont été soumis à des essais. Ces armes diffèrent de celles du premier type Spitalsky-Kromar par le mode de fonctionnement du barillet, par l'emploi d'un régulateur et celui d'un arrêt de répétition d'un maniement plus facile.

(1) Voir *Revue d'artillerie,* janvier 1885, t. XXV, p. 335.
(2) Voir *Revue d'artillerie,* janvier 1885, t. XXV, p. 336.

Digitized by Google

Fusil à répétition Spitalsky-Mannlicher (1). — Deux fusils de ce système ont été essayés avec succès.

Fusil à répétition Spitalsky modifié. — On a expérimenté un fusil différant par les points suivants du premier type essayé en 1879 (2) : les pièces qui font tourner le barillet sont renforcées ; le mouvement est transmis de la culasse au barillet de telle façon que le bec de la barrette ne puisse agir sur la dent de la crémaillère du barillet qu'après la fermeture complète de la culasse.

Fusil à répétition Schœnauer modifié. — L'inventeur a modifié son arme de façon que le bourrelet de la cartouche introduite dans la chambre ne puisse pas être arrêté par les bourrelets des cartouches qui se trouvent dans le magasin et empêcher ainsi la fermeture de la culasse.

De nouvelles modifications doivent encore être introduites avant la reprise des essais.

Fusils Mannlicher, à chargeur (3). — La manufacture de Steyr a présenté deux fusils de ce système, où le chargeur se place sur le côté de l'échancrure.

Dans un autre fusil du système Mannlicher, mis également en essai, le chargeur se place sous l'arme. Le mécanisme de culasse est plus simple que dans le fusil du même genre proposé l'année dernière par l'ingénieur Mannlicher. Le chargeur est du système Lee ; il renferme cinq cartouches et présente une disposition plus avantageuse que le précédent. L'arrêt de répétition n'a pas bien fonctionné.

Chargeurs pour fusil Werndl. — Différents types de chargeurs pouvant s'adapter au fusil Werndl ont été présentés par MM. Herz, Kroka, Winklar, Mannlicher, Frisch. Les uns n'ont pas bien fonctionné, les autres n'ont pas présenté d'avantage sérieux au point de vue de la rapidité du tir.

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t. XXV, p. 335.
(2) Voir *Revue d'artillerie*, décembre 1881, t. XIX, p. 220.
(3) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1885, t. XXV, p. 335.

Digitized by Google

Revolver Kaufmann. — On a expérimenté deux types de revolver présentés par M. Kaufmann ; l'un d'eux est organisé pour le tir continu, l'autre ne permet que le tir intermittent. Tous deux sont d'une construction très simple. Dans le premier, l'armé automatique se fait avec une telle facilité que la justesse est très grande dans le tir continu.

Digitized by Google

NOTE

SUR UN

SYSTÈME DE CIBLES A RESSORTS

POUR FIGURER

L'APPARITION SUBITE DE TIRAILLEURS

Description.

Les cibles à ressorts imaginées par M. le lieutenant de Brun, du 16e régiment d'artillerie, se composent essentiellement (fig. 1) d'une *carcasse* en fil de fer fort [1] AB et d'un *châssis* en bois sur lequel est fixée une *silhouette de tirailleur* D, en toile recouverte de papier.

La *carcasse* (fig. 2) comprend deux cadres formés d'un même fil de fer replié et présentant, à la jonction des cadres, plusieurs spires d'hélice destinées à former ressort. L'un des cadres A porte quatre petits piquets *a*, en fil de fer tordu, au moyen desquels il peut être fixé au sol, dans une position sensiblement horizontale. L'autre cadre B tend à prendre une position verticale; mais, en faisant fléchir les ressorts, on peut le coucher sur le cadre horizontal et l'y maintenir au moyen d'un double crochet en fil de fer C, adapté à l'un des angles opposé aux ressorts. Ce crochet présente, en son milieu, une boucle *b* à laquelle s'attache une ficelle ; en opérant sur celle-ci une faible traction, on fait facilement échapper le crochet, et on laisse prendre au cadre supérieur une position inclinée où le maintient la tension de la silhouette [2].

---

[1] Fil de fer de 9 millimètres.

[2] Le crochet double peut être remplacé par un mode d'attache beaucoup plus simple qui a donné d'excellents résultats aux écoles à feu de 1885. Un bout de fil à coudre assez solide (cassant à la traction de 4 kilogrammes environ) entoure les extrémités rapprochées des deux cadres, et est enroulé en même temps sur la corde de déclanchement. Lorsqu'on tire sur celle-ci, le frottement coupe le fil, et s'il ne le coupe pas, comme la corde est terminée par un nœud à son extrémité, la rupture a lieu quand le nœud arrive à tirer sur le fil.

Digitized by Google

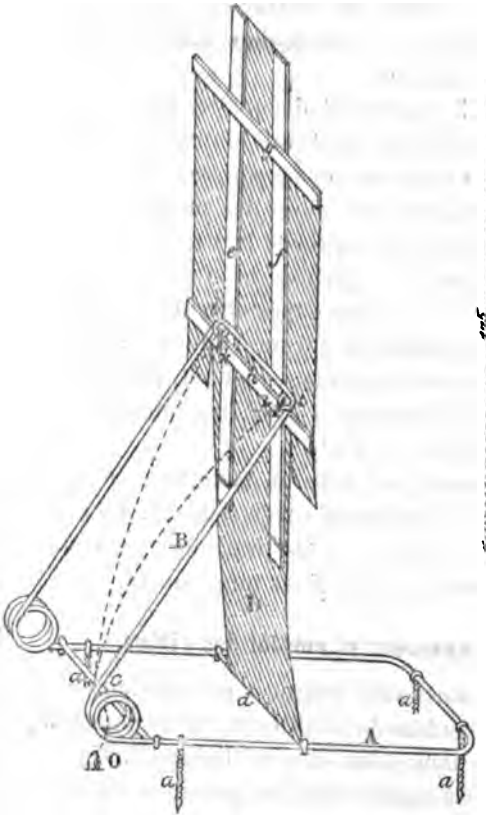


Fig. 1. (1/20.)

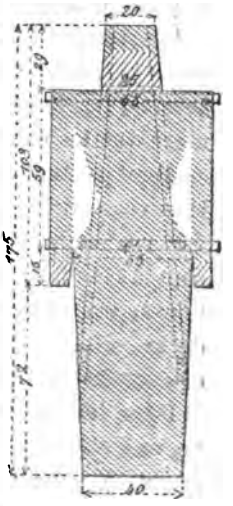


Fig. 4. (1/30.)

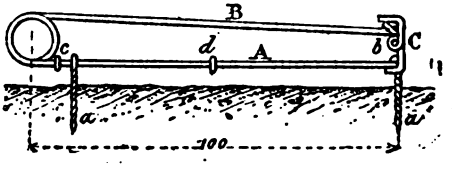


Fig 2. (1/20.)

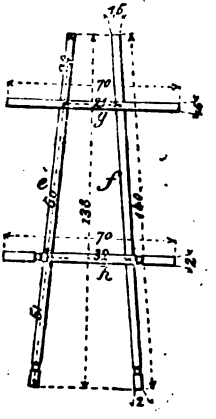


Fig. 3. (1/30.)

Digitized by Google

Le cadre horizontal est, en outre, muni de deux traverses d'écartement, l'une *c* près des ressorts, l'autre *d* vers le milieu. Cette dernière est engagée dans l'ourlet qui borde le pied de la silhouette D.

Le *châssis* (fig. 3) est formé de quatre pièces en bois léger *e, f, g, h,* assemblées en forme de chevalet. La *silhouette* (fig. 4) est clouée ou cousue sur le châssis de manière que les extrémités inférieures des montants ne descendent pas tout à fait à la moitié de la distance qui sépare la traverse inférieure *h* du pied de la silhouette. La traverse *h* est brêlée aux angles supérieurs du cadre B qui sont, à cet effet, recourbés en forme d'anneau *i*. Le tirailleur se trouve de la sorte maintenu debout, par la tension de la toile, entre la traverse *d* du cadre horizontal et le côté supérieur du cadre incliné.

Pour les transports, on détache la traverse *h* des anneaux *i* et on abat la silhouette sur le cadre A. Le cadre B prend sa position verticale et les tirailleurs peuvent être empilés les uns sur les autres dans une voiture.

Fonctionnement et emploi des cibles.

Les cibles à ressorts sont destinées principalement à figurer l'apparition subite de tirailleurs devant une batterie pour motiver un changement inopiné d'objectif. Elles peuvent encore servir à représenter les positions successives d'un but supposé mobile, lorsque le terrain ne se prête pas à la manœuvre des buts mobiles en usage, ou que l'hypothèse de l'école à feu assigne à ces buts une vitesse très grande. Elles présentent sur les buts mobiles ordinaires l'avantage d'offrir un plus grand front.

Jusqu'au moment prescrit pour l'apparition des cibles, celles-ci sont couchées à terre, les cadres maintenus l'un contre l'autre au moyen des crochets doubles, leurs grands côtés parallèles à la direction du tir. Dans cette position, la silhouette est repliée sur elle-même au-dessous du châssis et celui-ci est couché entre les deux cadres.

Digitized by Google

Les crochets doubles sont tous placés du même côté, celui où se trouvent les travailleurs chargés de la manœuvre des cibles. Les ficelles de tirage viennent toutes s'attacher sur une longue corde de déclanchement disposée parallèlement à la ligne des cibles, et aboutissant à l'abri. Les longueurs des ficelles sont inégales et graduées de manière que les crochets ne résistent que l'un après l'autre à la traction exercée sur la corde.

De cette façon, la corde de déclanchement étant tirée à un signal convenu, *les tirailleurs se dressent successivement, mais avec une grande rapidité* (1).

Les cibles à ressorts ont été fréquemment employées, en 1884 et en 1885, pendant les écoles à feu de la 13e brigade, et ont généralement bien fonctionné. Le 30e bataillon de chasseurs à pied s'en est également servi pour l'exécution de ses tirs de guerre et s'en est montré satisfait.

La construction de ces appareils est simple et économique.

En raison du peu de surface que présentent les éléments des cadres et du châssis, les cibles ne sont pas trop rapidement détériorées par le tir ; elles se réparent, d'ailleurs, avec la plus grande facilité, les fils de fer de la carcasse n'étant le plus souvent que faussés par les balles et les éclats. Néanmoins, les cibles résistent moins bien au tir de l'artillerie qu'à celui de l'infanterie, de gros éclats pouvant les endommager sérieusement.

(1) On peut, d'une façon très simple, combiner l'emploi des cibles à éclipse avec un simulacre de feux de mousqueterie.

A cet effet, la corde de déclanchement commande, outre le système d'attache des cadres, la mise de feux de pétards dont un chapelet est affecté à chaque tirailleur.

Le premier pétard du chapelet est seul allumé par la traction exercée sur la corde, au moyen d'une étoupille fixée à un petit piquet. Les autres pétards, échelonnés le long d'un cordeau Bickford, s'enflamment successivement. On peut les constituer de petits paquets de 8 grammes de poudre enveloppant le cordeau en des points espacés de 30 cm., où l'on a pratiqué une incision jusqu'à la mèche. En les recouvrant de terre, on évite qu'ils soient enflammés par l'explosion du pétard précédent.

Enfin, on peut faire disparaître de nouveau les cibles après le simulacre de feu. Il suffit, pour cela, au lieu de nouer les ficelles *k* qui brûlent la silhouette au cadre supérieur, de les faire passer dans les anneaux *i* et de les prolonger par des brins de 2 mètres environ passant dans l'un des ressorts pour venir s'attacher au dernier pétard O. Lorsque celui-ci s'enflamme, les ficelles *k* sont brûlées et la silhouette tombe à terre.

Digitized by Google

THÉORIE

DE

L'ÉQUILIBRE ÉLASTIQUE

DES

SURFACES CONIQUES

[*Fin* (¹).]

TROISIÈME PARTIE.

ÉQUILIBRE ÉLASTIQUE DU TRONC DE CONE FRETTÉ.

Préliminaires.

25. — Nous avons étudié, dans la seconde partie de ce mémoire, la résistance des enveloppes conique et cylindro-conique et nous avons vu que l'enveloppe conique était dans de mauvaises conditions au point de vue de la résistance et de la répartition des forces élastiques. Il a donc paru nécessaire, dans les applications de l'artillerie, de fretter les volées des canons comme on frette habituellement les renforts.

Deux procédés, ou plutôt deux dispositions différentes, peuvent être employés dans le frettage de la volée d'un canon.

Le tube intérieur peut être cylindrique et il peut être fretté par un tronc de cône; tel est le cas de la figure 8. Nous désignerons une pareille enveloppe par le nom d'enveloppe *bicylindro-conique*.

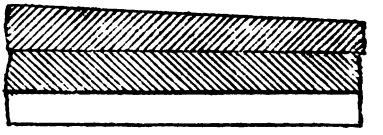


Fig. 8.

(¹) Voir *Revue d'artillerie*, t. XXVI, mai 1885, p. 147, et juillet 1885, p. 359. Ce mémoire a été honoré d'une lettre de félicitations de M. le Ministre de la guerre.

Digitized by Google

Le tube intérieur peut être un tronc de cône, fretté à son tour au moyen d'un autre tronc de cône; tel est le cas de la figure 9. Nous désignerons cette seconde disposition par le nom d'enveloppe *biconique*.

Fig. 9.

Nous étudierons successivement ces deux sortes d'enveloppes.

Équilibre élastique de l'enveloppe bicylindro-conique.

Serrage.

26. — Nous allons d'abord définir le serrage en quelques mots :

Soient, pour une section quelconque, r_2 le rayon extérieur de la première enveloppe, et r_3 le rayon intérieur de la seconde enveloppe ou de la frette[1]. Nous dirons :

Le serrage s *est la différence entre le diamètre extérieur du tube* $2r_2$ *et le diamètre intérieur* $2r_3$ *de la frette, avant l'application de la seconde sur le premier.*

Nous aurons donc :

$$s = 2(r_2 - r_3). \tag{128}$$

Si r_2 et r_3 sont des fonctions de z, il en sera de même de s. Dans le cas qui nous occupe, la première enveloppe étant cylindrique, s sera constant.

Le serrage peut encore être défini de la façon suivante :

Le serrage est une fraction $\frac{1}{m}$ *du diamètre de la première enveloppe.*

Nous aurons donc :

$$s = \frac{2r_2}{m}, \tag{129}$$

et nous appellerons m le module de serrage.

On peut également exprimer s d'une troisième façon.

[1] Nous désignerons par r_1 le rayon intérieur du tube, et par r_4 le rayon extérieur de la frette.

Digitized by Google

La circonférence extérieure de la première enveloppe a pour valeur $2\pi r_2$ qui représente un certain nombre de millimètres; convenons de donner à la circonférence intérieure de la deuxième enveloppe un rayon r_3 tel que, par mètre courant de la circonférence $2\pi r_2$, nous ayons un nombre n de millimètres en moins, nous aurons alors :

$$s = \frac{2\pi r_2 n}{1000}. \qquad (130)$$

La définition la plus simple et la plus commode pour les calculs est la seconde (129); du reste, il est toujours facile de passer d'une formule à l'autre. Par exemple, le rayon r_3 de l'enveloppe extérieure sera déterminé, en partant de la dernière définition, par l'équation :

$$r_3 = \frac{r_2 (1000 - \pi n)}{1000}.$$

Nous savons que le serrage s détermine une contrepression artificielle P_2. Cette contrepression est ce que nous appellerons la pression de serrage.

Lorsque le cylindre intérieur ou la première enveloppe ne supporte aucune pression intérieure, la pression de serrage P_2 est bien réellement la pression produite par s, tandis que, lorsque le système est soumis intérieurement à une pression P_1, la pression P_2 est la résultante de cette pression P_1 et de la contrepression primitive P_2.

Supposons donc à l'intérieur de la première enveloppe une pression P_1, entre les deux enveloppes une pression P_2 et au dehors une pression nulle. D'après la théorie de l'équilibre élastique des surfaces cylindriques, la tension circulaire intérieure a pour valeur :

$$T_{ci} = 2(\lambda + \mu) b + \lambda a' + \mu \frac{c}{r_1^2}. \qquad (131)$$

a', b, c étant les constantes contenues dans les équations des déplacements :

$$U = br + \frac{c}{r},$$

$$W = a'z,$$

Digitized by Google

constantes dont les valeurs sont :

$$c = \frac{r_2^2 r_1^2 (P_1 - P_2)}{\mu (r_2^2 - r_1^2)},$$

$$a' = b = \frac{P_1 r_1^2 - P_2 r_2^2}{(3\lambda + 2\mu)(r_2^2 - r_1^2)},$$

et qui, substituées dans la valeur de T_{ci}, donnent :

$$T_{ci} = \frac{P_1 (r_2^2 + r_1^2) - 2P_2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2}. \qquad (132)$$

Considérons la seconde enveloppe ; la tension circulaire intérieure est, d'après la formule (123) [1], et en supposant que le rayon intérieur soit r_3 :

$$T_{ci}' = 2(2\lambda + \mu) Az + 2(\lambda + \mu) B + A'\lambda, \qquad (133)$$

A, B, A′ étant les constantes contenues dans les équations des déplacements :

$$U' = Arz + Br + \frac{A\lambda r_3^2 z}{\mu r},$$

$$W' = A'z - \frac{A(\lambda + \mu) r^2}{2\mu}.$$

Ces constantes ont été déterminées plus haut et ne contiennent comme variables que P_2 et z, z étant assujetti à la condition de vérifier l'équation en z (2).

Lorsque la deuxième enveloppe est sur la première, le rayon r_2 s'est dilaté, sous l'influence de la pression intérieure P_1, d'une quantité δr_2 et le rayon r_3 d'une quantité δr_3. Les surfaces restant en contact, on doit avoir :

$$r_2 + \delta r_2 = r_3 + \delta r_3.$$

L'équation (128) donne :

$$r_2 = \frac{s + 2r_3}{2}.$$

On a par suite :

$$r_3 + \delta r_3 = \frac{s}{2} + r_3 + \delta r_3,$$

(1) Voir *Revue d'artillerie*, juillet 1885, t. XXVI, p. 380.
(2) Voir *Revue d'artillerie*, juillet 1885, t. XXVI, p. 371.

Digitized by Google

d'où :

$$\delta r_3 = \delta r_2 + \frac{s}{2}. \qquad (134)$$

Or, δr_2 et δr_3 sont les valeurs de U et de U′ pour $r = r_2$ et $r = r_3$. On a donc :

$$\delta r_2 = b r_2 + \frac{c}{r_2},$$

$$\delta r_3 = r_3 \frac{Az(\lambda + \mu) + B\mu}{\mu};$$

et par suite :

$$b r_3 + \frac{c}{r_2} + \frac{s}{2} = r_3 \frac{Az(\lambda + \mu) + B\mu}{\mu}. \qquad (135)$$

Remplaçons les quantités b, c, A, B par leur valeur trouvée plus haut,

$$b = \frac{P_1 r_1^2 - P_2 r_2^2}{(3\lambda + 2\mu)(r_2^2 - r_1^2)}, \qquad c = \frac{r_2^2 r_1^2 (P_1 - P_2)}{\mu (r_2^2 - r_1^2)},$$

$$A = \frac{P_2 (r_4 - z \operatorname{cotg} \beta)^2}{\lambda [r_4 - z \operatorname{cotg} \beta)^2 - r_3^2][z(2 + \operatorname{cotg}^2 \beta) - r_4 \operatorname{cotg} \beta]},$$

$$B = \frac{-P_2}{2\lambda\mu(\lambda+\mu)(3\lambda+2\mu)[(r_4 - z\operatorname{cotg}\beta)^2 - r_3^2][z(2+\operatorname{cotg}^2\beta) - r_4\operatorname{cotg}\beta]}$$

$$\Big\{\lambda[(r_4 - z\operatorname{cotg}\beta)^2 - r_3^2]\big[(r_4 - z\operatorname{cotg}\beta)(\lambda+\mu)[\lambda \operatorname{tg}\beta - (\lambda+2\mu)\operatorname{cotg}\beta] + 2\mu z(3\lambda+2\mu)\big]$$
$$+ 2z[\mu^2(3\lambda + 2\mu)(r_4 - z\operatorname{cotg}\beta)^2 - \lambda^3 r_3^2]\Big\};$$

nous aurons une relation qui ne contiendra que P_2 et P_1.

La quantité z des formules A et B doit satisfaire à l'équation en z, c'est-à-dire :

$$2A\lambda z + 2B\lambda + A'(\lambda + 2\mu) = \frac{P_2 r_3^2}{(r_4 - z \operatorname{cotg} \beta)^2 - r_3^2};$$

z est donc une variable qui diffère de celle qui est contenue dans l'équation (135) ; nous la désignerons par z_1. L'équation du troisième degré en z_1 donnera une fonction de r_4 et de r_3, $z_1 = f(r_3, r_4)$. D'une façon générale, nous aurons :

$$A = MP_2, \qquad B = -NP_2.$$

Comme r_2 diffère extrêmement peu de r_3, nous pouvons

Digitized by Google

supposer, dans nos équations, $r_2 = r_3$; nous sommes donc conduits, après avoir remplacé b, c, s par leur valeur dans l'équation (135), à l'équation :

$$r_2 \frac{P_1 r_1^2 - P_2 r_2^2}{(3\lambda + 2\mu)(r_2^2 - r_1^2)} + \frac{r_1^2 r_2 (P_1 - P_2)}{2\mu (r_2^2 - r_1^2)} + \frac{r_2}{m}$$
$$= r_2 \frac{M(\lambda + \mu) P_2 z - N P_2 \mu}{\mu}. \qquad (136)$$

Réduisant au même dénominateur et tirant la valeur de P_2, il vient :

$$P_2 = \frac{[mP_1 r_1^2 r_2 (3\lambda + 4\mu) + 2r_2\mu (3\lambda + 2\mu)(r_2^2 - r_1^2)]}{2mr_2(3\lambda+2\mu)(r_2^2-r_1^2)[(\lambda+\mu)Mz-\mu N]+mr_2[2\mu r_2^2+r_1^2(3\lambda+2\mu)]}. \qquad (137)$$

Cette valeur de P_2 est donc exprimée en fonction de P_1, de r_1, de r_2 et de m, ainsi que de z, c'est-à-dire de la hauteur de la section considérée. Posons pour un moment :

$$a' = P_1 r_1^2 r_2 (3\lambda + 4\mu), \qquad b' = 2r_2\mu (r_2^2 - r_1^2)(3\lambda + 2\mu),$$
$$c' = 2r_2 (3\lambda + 2\mu)(r_2^2 - r_1^2)(\lambda + \mu) M,$$
$$d' = r_2 [2\mu r_2^2 + (3\lambda + 2\mu) r_1^2] - 2\mu r_2 (3\lambda + 2\mu)(r_2^2 - r_1^2) N;$$

la valeur de P_2 prend la forme :

$$P_2 = \frac{ma' + b'}{mc'z + md'}. \qquad (138)$$

Cette équation nous conduit au théorème suivant :

Théorème. — *Si l'on suppose que le serrage soit une fraction constante du rayon extérieur du tube, la pression de serrage est variable d'un point à un autre, sur la génératrice de contact; elle diminue avec z et est représentée par une hyperbole rapportée à ses asymptotes.*

Il y a lieu de se demander s'il ne serait pas possible de rendre P_2 constant, c'est ce que nous allons examiner.

Discussion de la pression de serrage.

27. — La quantité a' du 1er terme du numérateur de P_2 renferme la pression intérieure P_1 qui est une fonction de

Digitized by Google

z_1, distance à laquelle le projectile se trouve du fond de l'âme; mettons cette fonction en évidence et écrivons :

$$P_2 = \frac{ma''f(z_1) + b'}{mc'z_1 + md'}.$$

On tire de cette équation :

$$m = \frac{b'}{P_2(d' + c'z_1) - a''f(z_1)}. \tag{139}$$

Si l'on suppose P_2 constant, le module de serrage devra satisfaire à l'équation précédente. Par conséquent, nous sommes conduits à énoncer le théorème suivant :

Théorème. — *Si l'on veut que, dans une enveloppe bicylindro-conique à l'intérieur de laquelle agit une pression variable* $P_1 = f(z_1)$, *la pression de serrage soit constante, il suffit de faire varier le module d'après la loi de l'équation* (139).

Connaissant m, on en déduit le rayon intérieur de la seconde enveloppe d'après l'équation :

$$\frac{2r_2}{m} = 2(r_2 - r_3),$$

d'où :

$$r_3 = \frac{r_2(m-1)}{m}.$$

Valeurs des tensions circulaires intérieures des deux enveloppes.

28. — Si nous reportons la valeur de P_2 dans l'équation (132), nous avons :

$$T_{ci} = \frac{1}{2m(3\lambda+2\mu)(r_2^2-r_1^2)[(\lambda+\mu)Mz-\mu N]+m[2\mu r_2^2+r_1^2(3\lambda+2\mu)]}$$
$$\left\{ P_1 m\left[2(3\lambda+2\mu)(r_2^2+r_1^2)[(\lambda+\mu)Mz-\mu N]+2\mu r_2^2-r_1^2(3\lambda+2\mu)\right] - 4\mu r_2^2(3\lambda+2\mu) \right\}. \tag{140}$$

Posons :

$$a' = 2mP_1(3\lambda+2\mu)(r_2^2+r_1^2)(\lambda+\mu)M,$$
$$b' = 2P_1 m\left[\mu r_2^2 - (3\lambda+2\mu)[r_1^2+(r_2^2+r_1^2)N]\right] - 4\mu r_2^2(3\lambda+2\mu),$$
$$c' = 2m(3\lambda+2\mu)(r_2^2-r_1^2)(\lambda+\mu)M,$$
$$d' = m[2\mu r_2^2 + (3\lambda+2\mu)r_1^2] - 2\mu mN(3\lambda+2\mu)(r_2^2-r_1^2).$$

Digitized by Google

L'équation (140) prend la forme :

$$T_{ci} = \frac{a'z + b'}{c'z + d'}, \tag{141}$$

et représente une hyperbole ayant pour asymptote parallèle à l'axe des z, la droite $T = \frac{a'}{c'}$ ou :

$$T = \frac{P_1 (r_2^2 + r_1^2)}{r_2^2 - r_1^2}.$$

L'autre asymptote, perpendiculaire à l'axe des z, est donnée par l'équation :

$$z = -\frac{d'}{c'} = -\frac{2\mu r_2^2 + (3\lambda + 2\mu) r_1^2 - 2N(3\lambda + 2\mu)(r_2^2 - r_1^2)}{2(3\lambda + 2\mu)(\lambda + \mu)(r_2^2 - r_1^2) M}.$$

A l'origine, c'est-à-dire pour $z = 0$, on a $T_{ci} = \frac{b'}{d'}$.

L'enveloppe extérieure donnerait des résultats identiques. Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

Théorème. — *Dans toute enveloppe bicylindro-conique, les tensions circulaires intérieures des deux enveloppes varient suivant une hyperbole et croissent avec la valeur de z.*

Les valeurs de a', b', c', d', sont des fonctions de m; on peut donc se demander si l'on ne pourrait pas disposer du module m de façon à rendre, par exemple, T_{ci} constant. En dégageant les quantités m et P_1, l'équation (141) peut s'écrire :

$$T_{ci} = \frac{ma'''zP_1 + mb'''P_1 + k}{mc''z + md''}.$$

Comme P_1 est égal à $f(z_1)$, nous aurons, en désignant T_{ci} par la constante K :

$$K = \frac{ma'''zf(z_1) + mb'''f(z_1) + k}{mc''z + md''}.$$

D'où nous tirons :

$$m = \frac{k}{z\left[K\left(c'' + \frac{d''}{2}\right) - a'''f(z_1) - \frac{b'''f(z_1)}{z}\right]}, \tag{142}$$

Digitized by Google

z_1 désignant la distance à laquelle se trouve le projectile dans l'âme. Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

Théorème. — *Si l'on veut que, dans une enveloppe bicylindro-conique à l'intérieur de laquelle agit une pression* $P_1 = f(z_1)$, *la tension circulaire soit constante, il suffit de faire varier le module d'après la loi de l'équation* (142).

Si l'on considère la frette comme enveloppe de sécurité et comme renfort de la première enveloppe, la considération de la tension circulaire intérieure dans la frette a une importance capitale.

L'équation de la tension circulaire intérieure de la frette peut se mettre sous la forme :

$$T_{ci}' = \frac{m\alpha' z f(z_1) + \beta' z + \gamma' f(z_1) + \delta'}{m\varepsilon' z + m\zeta'};$$

et nous sommes amenés aux mêmes conclusions que pour la paroi de l'enveloppe intérieure relativement à la variation du module de serrage.

Calcul des tensions dans une enveloppe donnée.

29. — Lorsque l'enveloppe est déterminée, c'est-à-dire que l'on connaît les rayons, le module de serrage, ou le serrage, et la valeur de la pression intérieure, il est facile de déterminer les forces élastiques mises en jeu. On commence par déterminer les quantités A, B, A′ en fonction des rayons d'après les formules que nous avons données plus haut (1), on forme alors l'équation de condition en z_1, que l'on résout, soit directement, soit approximativement par la formule de Lagrange et l'on détermine ainsi les facteurs M, N, Q ; Q étant un coefficient analogue à M et à N et provenant de la valeur de A′. On reporte alors dans l'équation (135) et l'on obtient la valeur de P_2, c'est-à-dire de la pression de serrage, en fonction de P_1. Cette

(1) Voir p. 566.

Digitized by Google

valeur de P_2, substituée dans les formules (132) et (133), donne les valeurs des tensions circulaires intérieures de la première et de la seconde enveloppe. La tension longitudinale et le glissement seront donnés par les équations (120) et (121) et la compression radiale s'obtiendra par la formule (118)[1]. La question sera donc résolue.

Égalité de résistance entre les deux parties de l'enveloppe.

30. — Nous appelons résistance d'une enveloppe la tension ou compression maximum qu'elle peut supporter sans dépasser une certaine limite, limite toujours inférieure à la limite d'élasticité. Dans une enveloppe composée, la résistance s'applique à l'ensemble des parties qui la composent, et la résistance maximum est celle de la partie la plus faible.

$P_1 = f(z_1)$ étant la loi de la pression intérieure, la résistance d'une enveloppe bicylindro-conique est la valeur de T_{ci} égale à une quantité Σ pour l'enveloppe intérieure et de T_{ci}' égale à Σ' pour l'enveloppe extérieure ; Σ et Σ' étant inférieures à la limite d'élasticité des matériaux constituants. Nous supposons ici qu'il s'agit des résistances circulaires qui sont en général les plus fortes. Les résistances de la première et de la seconde enveloppe sont donc les valeurs de P_1 considérées comme fonction de Σ.

Nous aurons ainsi, pour la résistance des deux enveloppes, des expressions de la forme :

$$P_1 = \frac{\Sigma\varphi(z)}{\psi(z)}, \quad (143) \qquad \text{et} \qquad P'_1 = \frac{\Sigma'\varphi'(z)}{\psi'(z)}. \quad (144)$$

Si l'on s'impose comme limite, pour les deux enveloppes, la valeur Σ, alors $\Sigma' = \Sigma$. Supposons m constant : on peut le déterminer de façon que les deux valeurs P_1 et P_1' soient égales dans une section déterminée. Il suffit, pour cela, d'égaler les seconds membres des deux expres-

1. Voir *Revue d'artillerie*, juillet 1885, t. XXVI, p. 378.

Digitized by Google

sions précédentes et de tirer de la nouvelle égalité la valeur de m.

Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

Théorème. — *On peut toujours, au moyen d'un module de serrage déterminé, établir pour une section donnée l'égalité de résistance dans les deux parties d'une enveloppe bicylindro-conique.*

La substitution de la valeur de M dans l'une des équations (143) ou (144) détermine alors la résistance unique de l'enveloppe. P_1 devient ainsi une fonction de z seulement. La résistance réelle du système sera celle qui correspondra à une valeur de z, telle que $P_1 = P_1'$ soit minimum. Soit P''_1 cette valeur correspondant à la valeur $z = r$. Si l'on se donne r_1 et r_4, r_2 sera une variable dont dépendra P_1''. En égalant à zéro la dérivée de P_1'' par rapport à r_2, on aura la valeur qui rend P_1'' maximum. Si, au contraire, on se donne r_1 et r_2, on déterminera de la même façon la valeur de r_4 qui rend P_1'' maximum.

Déformation de la génératrice intérieure de la seconde enveloppe.

31. — En général, lorsqu'on frette un cône sur un cylindre, on prend un module de serrage m constant. La valeur de P_2 est donc une fonction de z et de P_1. Considérons l'enveloppe dans un instant très court pendant lequel $P_1 = f(z_1)$ a une valeur donnée, ce qui revient à supposer P_1 constant pendant le temps infiniment petit dt. Les constantes A et B sont de la forme :

$$A = M\frac{ma' + b'}{mc'z + md'}, \qquad B = -N\frac{ma' + b'}{mc'z + md'}.$$

Par suite, la valeur du déplacement U est, en y faisant $r_1 = r_2$:

$$U = \frac{Ar_2(\lambda + \mu)z + Br_2\mu}{\mu};$$

ou : $$U = \frac{M(ma' + b')(\lambda + \mu)r_2 z - Nr_2\mu(ma' + b')}{\mu(mc'z + md')}.$$

Digitized by Google

Le rayon primitif étant r_2, le rayon déformé est :

$$\mathcal{R}_2 = U + r_2$$

$$= \frac{M(ma' + b')(\lambda + \mu) r_2 z - N r_2 \mu (ma' + b') + \mu r_2 (mc' z + md')}{\mu (mc' z + md')},$$

ou, en ordonnant par rapport à z :

$$\mathcal{R}_2 = \frac{r_2 z [M(ma' + b')(\lambda + \mu) + \mu mc'] + r_2 \mu [md' - N(ma' + b')]}{\mu (mc' z + md')}. \quad (145)$$

Le rayon déformé varie donc suivant une hyperbole.

Considérons la variation du rayon extérieur du cylindre r_2, et désignons par $\mathcal{R}_2'$ le rayon déformé, il a pour valeur :

$$\mathcal{R}_2' = U + r_2 = b r_2 + \frac{c}{r_2} + r_2, \quad (146)$$

b et c étant les constantes données plus haut et indépendantes de z. Par conséquent, pour la section $z = \xi$, nous aurons $\mathcal{R}_2$ par la formule (145), et $\mathcal{R}_2'$ par la formule (146).

Les deux surfaces étant en contact pendant la déformation, les deux valeurs de $\mathcal{R}_2$ et de $\mathcal{R}_2'$ sont égales, et l'une ou l'autre des équations (145) ou (146) donne la valeur du rayon déformé. Remplaçons dans la dernière, par exemple, b et c par leur valeur (¹) :

$$b = \frac{P_1 r_1^2 (mc' z + md') - P_1 r_2^2 (ma' + b')}{(3\lambda + 2\mu)(mc' z + md')(r_2^2 - r_1^2)},$$

$$c = \frac{r_2^2 r_1^2 [P_1 (mc' z + md') - r_2^2 P_1 (m'a' + b')]}{2\mu (mc' z + md')(r_2^2 - r_1^2)};$$

il vient pour la valeur de $\mathcal{R}_2 = \mathcal{R}'_2$:

$$\mathcal{R}_2 = \frac{P_1}{2\mu (3\lambda + 2\mu)(mc' z + md')(r_2^2 - r_1^2)}$$

$$\Big[mc' z [2\mu r_1^2 + (3\lambda + 2\mu) r_1^2 + 2\mu (3\lambda + 2\mu)(r_2^2 - r_1^2)]$$

$$+ md' [r_1^2 (3\lambda + 4\mu) + 2\mu (3\lambda + 2\mu)(r_2^2 - r_1^2) - (ma' + b')[2\mu r_2^2 + (3\lambda + 2\mu) r_1^2]\Big]. \quad (147)$$

La courbe de déformation des génératrices de contact

(¹) Ces valeurs de b et de c sont obtenues par la substitution de la valeur de P_2 (138) dans les expressions données au n° 26, p. 566.

Digitized by Google

entre les deux enveloppes est donc une courbe de deuxième ordre et elle est hyperbolique. Nous sommes donc conduits au théorème suivant :

Théorème. — *La courbe de contact entre la première enveloppe et la seconde est, après la déformation, dans le cas d'un serrage constant, une courbe hyperbolique tournant sa concavité vers l'axe des* z.

La déformation intérieure de la première enveloppe nous conduirait à un théorème analogue.

Calcul d'une enveloppe bi-cylindro-conique devant résister à une pression intérieure.

32. — Le problème qu'il s'agit de résoudre est ici l'inverse de celui que nous avons traité au paragraphe 29 (¹). On se donne le rayon r_1, et presque toujours les rayons r_2 et r_4, et l'on se propose de déterminer le serrage de façon que la tension circulaire de l'enveloppe ou du tube intérieur ne dépasse pas une limite donnée Σ. On se sert, pour résoudre le problème, de l'équation (140) et de son analogue. Après avoir déterminé les quantités M, N, Q, on pose $T_{ci} = \Sigma$ ou $T_{ci}' = \Sigma'$, pour la valeur de z qui rend les tensions circulaires maximum, et l'on tire de l'une d'elles la valeur de m. Cette valeur substituée donnera T_{ci}. Si T_{ci} est égal ou inférieur à la limite Σ imposée, le problème sera résolu; sinon, il y aura lieu de modifier, ou les rayons r_2 et r_4, ou l'inclinaison β de l'arête du cône. La question ne présente de difficultés que par la longueur des calculs.

Résumé.

33. — Si nous résumons l'étude précédente, nous voyons que, lorsque le module de serrage est constant, les tensions circulaires intérieures du tube et de l'enveloppe sont des fonctions de z, que les rayons déformés de l'âme

(¹) Voir page 570.

Digitized by Google

et de la génératrice de contact entre les deux enveloppes sont également des fonctions de z. Il résulte de ce dernier fait que la génératrice intérieure du tube affecte à chaque instant la forme d'une vague qui suit en quelque sorte le projectile dans son mouvement de translation, vague qui se reproduit au contact des deux enveloppes. Si le module de serrage varie d'après la loi que nous avons donnée précédemment, nous pouvons obtenir des tensions élastiques constantes comme dans les surfaces cylindriques. Mais la réalisation pratique d'un serrage variant d'un point à un autre d'après une loi déterminée est extrêmement difficile, pour ne pas dire impossible ; d'où il faut conclure que le frettage conique n'est pas dans d'aussi bonnes conditions que le frettage cylindrique.

Une autre considération très importante est celle qui est relative à l'emploi de frettes en acier puddlé. Ces dernières présentent souvent des défauts de soudure qui peuvent s'étendre sur un quart de leur circonférence. La partie homogène de la frette se déforme suivant les lois données plus haut, comme un solide unique, et la partie non soudée comme deux solides distincts. Il en résulte une dissymétrie dans l'action exercée sur le métal du tube, et par suite, il peut y avoir déformation.

Enveloppe bi-conique.

34. — *Valeur de la pression de serrage.* — La question de l'enveloppe bi-conique présente une difficulté que ne présente pas l'enveloppe bi-cylindro-conique. Cette difficulté réside dans la détermination de la pression de serrage, que l'on ne peut obtenir pratiquement qu'avec une certaine approximation.

En conservant la définition du serrage donnée plus haut [1], nous sommes conduits à la même équation :

$$\delta r_3 = \delta r_2 + \frac{\varepsilon}{2},$$

[1] Voir page 563.

Digitized by Google

et nous avons également :

$$\delta r_3 = A r_3 z + B r_3 + \frac{C}{r_3},$$

r_3 étant toujours le rayon intérieur de l'enveloppe soumise à la pression P_2.

Les constantes A, B, C sont celles que nous avons données(1). Nous aurons donc :

$$A = \frac{P_2}{\lambda (r_3 \operatorname{tg}\alpha - r_4 \operatorname{tg}\beta)},$$

$$C = \frac{P_2}{2\mu[r_4^2 - r_3^2 + z_1^2(\operatorname{cotg}^2\beta - \operatorname{cotg}^2\alpha) - 2z_1(r_4\operatorname{cotg}\beta - r_3\operatorname{cotg}\alpha)](r_3\operatorname{tg}\alpha - r_4\operatorname{tg}\beta)}$$
$$.\left[(r_4 - z_1\operatorname{cotg}\beta)^2(r_3 - z_1\operatorname{cotg}\alpha)^2[(r_4 - z\operatorname{cotg}\beta)(\operatorname{cotg}\beta - \operatorname{tg}\beta) - (r_3 - z_1\operatorname{cotg}\alpha)(\operatorname{cotg}\alpha - \operatorname{tg}\alpha)]\right],$$

$$B = \frac{P_2}{2\lambda\mu(3\lambda + 2\mu)[r_4^2 - r_3^2 + z_1^2(\operatorname{cotg}^2\beta - \operatorname{cotg}^2\alpha) - 2z_1(r_4\operatorname{cotg}\beta - r_3\operatorname{cotg}\alpha)](r_3\operatorname{tg}\alpha - r_4\operatorname{tg}\beta)}$$
$$\left[\lambda(r_4 - z_1\operatorname{cotg}\beta)^3[(\lambda + \mu)\operatorname{cotg}\beta - \lambda\operatorname{tg}\beta] + \lambda(\lambda + 2\mu)(r_3 - z_1\operatorname{cotg}\alpha)^3(\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{cotg}\alpha)\right.$$
$$- 2\lambda\mu\operatorname{tg}\beta(r_3 - z_1\operatorname{cotg}\alpha)^2(r_4 - z_1\operatorname{cotg}\beta)$$
$$\left.-2\mu(3\lambda + 2\mu)[(r_4^2 - r_3^2 + z_1^2(\operatorname{cotg}^2\beta - \operatorname{cotg}^2\alpha) - 2z_1(r_4\operatorname{cotg}\beta - r_3\operatorname{cotg}\alpha)]\right].$$

Les valeurs de z_1 contenues dans ces formules doivent satisfaire à l'équation en z_1. Après avoir remplacé z_1 par sa valeur en fonction des quantités données, nous aurons des équations de la forme :

$$A = MP_2, \qquad B = NP_2, \qquad C = QP_2.$$

Si nous cherchons la valeur δr_2, nous aurons de même :

$$\delta r_2 = \frac{A' z(\mu r_2^2 + \lambda r_1^2) + B''\mu r_2^2}{\mu},$$

A′ et B″ étant les constantes que nous avons données au paragraphe 20(2) (111) et (113). La constante A′ (112) est remplacée, dans les formules qui suivent, par A″. Les valeurs de A″, B″ doivent satisfaire à l'équation en z_1. Cette équation contient une pression de serrage inconnue P_2. A la rigueur, nous pourrions tirer de l'équation en z_1 la valeur de z_1 en fonction de P_2, et remplacer ensuite dans A″, B″ ; mais, comme cette équation est du troisième

(1) Voir *Revue d'artillerie*, juillet 1885, t. XXVI, p. 362 et 363.
(2) Voir *Revue d'artillerie*, juillet 1885, t. XXVI, p. 372 et 373.

Digitized by Google

degré, il est préférable d'employer un autre procédé, ou de développer par la formule de Lagrange. Nous voyons ici la différence qui existe avec le problème précédent de l'enveloppe bi-cylindro-conique. Dans ce cas, en effet, la deuxième enveloppe cylindro-conique ne supportant pas de pression extérieure, l'équation en z_1 contenait P_2 en facteur, ce qui permettait de mettre les constantes sous la forme $M'P_2$, $N'P_2$, etc. Ici, il n'en est plus de même, puisque l'équation en z_1 renferme P_2. Nous emploierons, comme nous l'avons dit plus haut, la série de Lagrange ou la méthode des approximations successives.

Si nous supposons que, dans l'équation en z_1, nous fassions $P_2 = 0$, nous déterminons une valeur de z_1 qui, substituée dans les valeurs de A'', B'', donne des équations de la forme :

$$A'' = M'(P_1 - P_2), \qquad B'' = P_2 N' - P_1 Q'.$$

Par conséquent :

$$\delta r_2 = \frac{M'(P_1 - P_2)(\mu r_2^2 + \lambda r_1^2) z + (P_2 N' - P_1 Q')\mu r_2^2}{\mu}.$$

L'équation de la dilatation au contact devient donc, en remplaçant r_2 par r_2 :

$$r_2 MP_2 z + NP_2 r_2 + \frac{QP_2}{r_2} =$$
$$\frac{M'(P_1 - P_2)(\mu r_2^2 + \lambda r_1^2) z + \mu r_2^2 (P_2 N' - P_1 Q')}{\mu} + \frac{r_2}{m}.$$

De cette équation, on tirerait l'expression de P_2 dans laquelle on remplacerait ensuite r_1 par $r_2 - z \operatorname{cotg} \alpha$.

Si, dans cette expression, nous faisons $z = 0$, nous obtenons la valeur de P_2 à l'origine. Pour une autre valeur de z, $z = \zeta$, nous aurons une autre valeur de P_2. Appelons P_2' la moyenne arithmétique de ces deux valeurs, et reportons-la dans l'équation en z_1. Nous obtiendrons ainsi une nouvelle valeur de z_1 que nous substituerons dans A', B'', A'' ; nous aurons ainsi de nouvelles valeurs de M', N', Q', S, T, etc. Soient M_1', N_1', Q_1', S_1, T_1 ces nouvelles valeurs. En remplaçant dans la formule de la dilatation, nous au-

Digitized by Google

rons une nouvelle valeur de P_2. Soit P''_2 la moyenne arithmétique de P_2 pour $z = 0$ et $z = \zeta$. En appliquant la même méthode, nous arriverons facilement à des valeurs M_n', N_n', Q_n', S_n, T_n, suffisamment approchées, et la valeur définitive de P_2 sera de la même forme que celle obtenue précédemment. On comprend qu'en prenant des intervalles de z assez petits, on arrive à obtenir des valeurs de P_2 assez exactes.

La valeur de P_2 peut donc être mise sous la forme :

$$P_2 = \frac{maz^4 + mbz^3 + mcz^2 + (md + e)z + k}{m(lz^4 + pz^3 + qz^2 + rz + t)}. \quad (148)$$

Cette formule permet d'énoncer le théorème suivant :

Théorème. — *Si l'on suppose que le module de serrage soit constant, la pression de serrage varie d'un point à un autre sur la génératrice de contact et tend vers une limite fixe.*

On peut, comme dans le cas de l'enveloppe bi-cylindro-conique, chercher la valeur de m qui rend P_2 constant. La méthode pour y arriver est absolument identique, c'est pourquoi nous n'entrerons pas dans plus de détails.

Tensions circulaires dans les deux enveloppes.

35. — Connaissant P_2, si nous reportons dans les formules des tensions circulaires, nous aurons pour la tension intérieure de la première enveloppe, en faisant $r = r_1$:

$$T_{ci} = 2A'z(2\lambda + \mu) + 2B''(\lambda + \mu) + A''\lambda;$$

et pour l'enveloppe extérieure, en faisant $r = r_2 - z \operatorname{cotg} \alpha$:

$$T_{ci}' = \lambda(2Az + 2B + A_1') + 2\mu\left(Az + B + \frac{C}{(r_2 - z \operatorname{cotg} \alpha)^2}\right).$$

Remplaçant, dans ces formules, A', B'', A'', A, B, A'_1, C, par leur valeur en fonction de P_1 et ordonnant par rapport à z, il vient deux équations de la forme :

$$T_{ci} = \frac{m\alpha' z^5 + m\beta' z^4 + m\gamma' z^3 + (m\delta' + \varepsilon')z^2 + (m\zeta' + \eta')z + (m\theta' + \varkappa')}{m(lz^4 + pz^3 + qz^2 + rz + t)}. \quad (149)$$

$$T_{ci}' = \frac{1}{m(\alpha_1 z^6 + \beta_1 z^5 + \gamma_1 z^4 + \delta_1 z^3 + \varepsilon_1 z^2 + \zeta_1 z + \eta_1)}$$
$$[maz^7 + m\beta z^6 + m\gamma z^5 + (m\delta + \varepsilon)z^4 + (m\zeta + \eta)z^3 + (m\theta + \varkappa)z^2 + (m\xi + \sigma)z + m\tau + \upsilon]. \quad (150)$$

Digitized by Google

De même que pour l'enveloppe bi-cylindro-conique, on peut disposer du module m pour rendre constantes les tensions circulaires ou l'égalité entre les résistances du tube et de l'enveloppe.

Déformation de la génératrice de contact et de la génératrice de l'âme.

36. — La déformation de la génératrice de contact est donnée par la formule :

$$U = A''r_2 z + B''r_2 + \frac{A''\lambda r_1^2 z}{\mu r_2}.$$

Le rayon déformé a pour valeur :

$$\mathcal{R}_2' = r_2 + A''r_2 z + B''r_2 + \frac{A''\lambda r_1^2 z}{\mu r_2}.$$

Les valeurs de A'' et de B'' sont celles que nous avons données plus haut, c'est-à-dire :

$$A'' = M_n'(P_1 - P_2) \qquad B'' = P_2 N_n' - P_1 Q_n'.$$

Remplaçant P_2 par la valeur donnée (148), ordonnant par rapport à z, et mettant m en évidence, le rayon $\mathcal{R}_2'$ a pour valeur :

$$\mathcal{R}_2' = \frac{1}{m(\alpha' z^6 + \beta' z^4 + \gamma' z^3 + \delta' z^2 + \varepsilon' z + \zeta')}$$

$$m\alpha z^7 + m\beta z^6 + m\gamma z^5 + (m\delta + \varepsilon) z^4 + (m\zeta + \eta) z^3 + (m\theta + \varkappa) z^2 + (m\xi + \sigma) z + m\tau. \quad (151)$$

Ce que nous venons de dire pour la déformation de la génératrice de contact s'appliquerait à la génératrice intérieure de la première enveloppe et à la génératrice extérieure de la seconde. D'une façon générale, la déformation élastique sera donnée par des équations de la forme (151). Elle sera représentée par des courbes hyperboliques d'un degré supérieur.

Glissement longitudinal au contact des enveloppes.

37. — Une question importante dans l'enveloppe bi-conique est le glissement longitudinal au contact des deux enveloppes. Dans l'enveloppe bi-cylindro-conique, ce glis-

Digitized by Google

sement est nul, puisque l'enveloppe intérieure est un cylyndre. Si nous considérons l'enveloppe intérieure et la surface de contact avec l'enveloppe extérieure, le glissement longitudinal est donné par la formule :

$$G = \frac{A''\lambda(r_1^2 - r^2)}{\mu r}.$$

Or, $r = r_2 - z \operatorname{cotg} \alpha$ et $A'' = M_n'(P_1 - P_2)$;

donc :

$$G = \frac{\lambda M_n'(P_1 - P_2)[r_1^2 - (r_2 - z \operatorname{cotg} \alpha)^2]}{\mu(r_2 - z \operatorname{cotg} \alpha)}.$$

Remplaçons P_2 par sa valeur, ordonnons par rapport à z et mettons m en évidence, la valeur de G peut se mettre sous la forme :

$$G = \frac{1}{m(\alpha' z^6 + \beta' z^4 + \gamma' z^3 + \delta' z^2 + \varepsilon' z + \zeta')} \tag{152}$$

$$[m\alpha z^6 + m\beta z^5 + m\gamma z^4 + (m\delta + \varepsilon)z^3 + (m\zeta + \eta)z^2 + (m\vartheta + \varkappa)z + m\xi + \sigma].$$

G est donc donné par une courbe hyperbolique.

Pour la seconde enveloppe, la valeur du glissement est donnée par la formule :

$$G' = A\lambda r.$$

En remplaçant A par sa valeur, ainsi que P_2 et ordonnant par rapport à z, on trouve une équation de la forme :

$$G' = \frac{m\alpha z^5 + m\beta z^4 + m\gamma z^3 + (m\delta + \varepsilon)z^2 + (m\zeta + \eta)z + m\vartheta + \varkappa}{m(lz^4 + pz^3 + qz^2 + sz + t)}. \tag{153}$$

Cette valeur de G' est de même forme que celle de G, mais d'un degré inférieur.

Angle limite d'inclinaison des génératrices de contact.

38. — La seconde enveloppe étant serrée sur la première, il en résulte une pression de serrage P_2 dont nous avons donné la valeur. Cette pression de serrage peut se décomposer en deux forces, l'une normale aux surfaces en contact, et l'autre tangentielle. La force tangentielle devra, en chaque point, être équilibrée par la force de frottement ;

Digitized by Google

soient N la composante normale de P_2 et T la composante tangentielle. En un point quelconque, nous avons :

$$N = P_2 \sin \alpha, \qquad T = P_2 \cos \alpha.$$

Les forces N et T sont celles qui agissent sur l'unité de surface. La force tangentielle différentielle est donc, pour un point dont les coordonnées sont r et z :

$$2\pi r\, T ds = 2\pi r\, P_2 \cos \alpha\, ds.$$

La composante normale différentielle est, au même point :

$$2\pi r\, N ds = 2\pi r\, P_2 \sin \alpha\, ds,$$

et la force différentielle de frottement, en appelant f le coefficient de frottement :

$$2\pi r f\, P_2 \sin \alpha\, ds.$$

Évaluons rds ; on a :

$$rds = (r_2 - z \operatorname{cotg} \alpha) \frac{dz}{\sin \alpha}.$$

On devra donc avoir, à la limite, l'équation d'équilibre :

$$2\pi f \int_0^l P_2 \sin\alpha (r_2 - z \operatorname{cotg}\alpha) \frac{dz}{\sin\alpha} = 2\pi \int_0^l P_2 \cos\alpha (r_2 - z \operatorname{cotg}\alpha) \frac{dz}{\sin\alpha};$$

ou

$$f \int_0^l P_2 (r_2 - z \operatorname{cotg} \alpha)\, dz = \int_0^l P_2 \operatorname{cotg} \alpha\, (r_2 - z \operatorname{cotg} \alpha)\, dz.$$

Reportons-nous maintenant à la valeur de P_2 donnée par la formule (148), nous voyons qu'en désignant P_2 par $F(z)$ l'équation précédente peut s'écrire :

$$\operatorname{cotg}^2 \alpha \int_0^l F(z)\, z dz + \operatorname{cotg} \alpha \left[r_2 \int_0^l F(z)\, dz + f \int_0^l F(z)\, z dz \right]$$
$$- f r_2 \int_0^l F(z)\, dz = 0; \qquad (154)$$

d'où l'on déduit cotg α.

La formule précédente donne la valeur de cotg α, en se basant sur des considérations purement statiques. Dans les applications, il y aura lieu de faire intervenir les forces d'inertie, ce qui n'offre aucune difficulté.

Digitized by Google

Résumé.

39. — Nous voyons, par ce qui précède, combien l'étude de l'enveloppe bi-conique présente de difficultés au point de vue du calcul. Dès le début, on est arrêté par la détermination de la pression de serrage P_3, et cette pression ne peut être obtenue que d'une façon approximative. Néanmoins, en opérant entre deux valeurs de z suffisamment rapprochées, on peut obtenir une valeur de P_2 très voisine de la vérité. L'inspection de la valeur de P_2 fait voir qu'avec un module de serrage constant, P_2 varie avec z et que, par conséquent, il en est de même des tensions élastiques circulaires pour toute la portion comprise entre le fond de l'âme et le point où se trouve le projectile. Le seul moyen pour rendre constante l'une ou l'autre des tensions circulaires est de faire varier le module suivant une certaine loi qu'il est à peu près impossible de réaliser pratiquement.

Les déformations élastiques de l'âme, de la génératrice de contact et de la génératrice extérieure, ont lieu suivant des courbes hyperboliques tournant leur concavité vers l'axe de la pièce. Les génératrices des frettes ont donc une tendance à entrer dans le métal de la première enveloppe, fait dont on a cru reconnaître l'existence dans le défrettage de deux canons de 120^{mil} à l'atelier de Tarbes.

Les défauts de soudure dans le sens circulaire empêchent la déformation des frettes d'être symétrique et peuvent tendre à fausser les volées.

Le frettage de deux surfaces coniques l'une sur l'autre introduit une nouvelle force élastique, le glissement longitudinal, qui agit suivant des cylindres concentriques, et qui donne sur les parois du cône des forces obliques par rapport aux génératrices.

A notre avis, dans toutes les questions de résistance, il y a intérêt à faire travailler le métal dans le moins de directions possibles. Or, les surfaces cylindriques donnent

Digitized by Google

trois forces élastiques et les surfaces coniques quatre ; ces dernières sont donc dans de moins bonnes conditions que les premières. Enfin, le frettage de deux cônes crée une force tangentielle qui, jointe à l'inertie, tend à faire sortir la frette de dessus la première enveloppe.

Il nous semble préférable, si l'on veut fretter les volées, d'agir autant que possible par des surfaces cylindriques, en établissant des adents comme le font les Anglais et en donnant à chaque partie cylindrique un serrage variable pour éviter les sections de rupture.

Nous pensons que la théorie précédente jette une certaine lumière sur une partie de la résistance des matériaux, et que, si elle ne se présente pas comme méthode absolue de calcul, elle permet tout au moins d'expliquer divers phénomènes que l'on s'était borné à constater jusqu'ici.

P. Laurent,
Ingénieur de la Société des forges et chantiers de la Méditerranée.

Digitized by Google

OPÉRATIONS DE L'ARTILLERIE RUSSE

PENDANT

L'EXPÉDITION DE 1880-1881

DANS L'ASIE CENTRALE

(PL. X.)

L'oasis d'*Akhal*, située au sud du Turkestan et sur les confins de la Perse, se trouve sur la route conduisant des bords de la mer Caspienne à Hérat. Longeant au nord la chaîne du *Kopet-Dagh*, elle doit son existence aux torrents descendant de cette chaîne et s'étend sur une longueur de 260 kilomètres de *Kizil-Arvat* à *Giaours*. Sa largeur maximum est de 20 kilomètres environ. Jusqu'en 1881, elle appartenait à une tribu turkmène, les *Tekkés*, dont les uns vivaient à l'état nomade, mais dont la plupart étaient sédentaires ; ces derniers réunissaient leurs tentes pour former des villages généralement entourés de hautes murailles d'argile.

Il y a vingt ans à peine, les Tekkés étaient encore à demi sauvages. Mais la situation même de l'oasis devait fatalement mettre ses possesseurs en lutte contre la Russie. A partir de 1869, en effet, ils eurent à livrer aux troupes russes de fréquentes escarmouches, qui eurent pour principal résultat de leur montrer la nécessité d'une certaine discipline, et de leur apprendre à construire des retranchements susceptibles de résistance, en un mot d'en faire des adversaires avec lesquels il faudrait compter dorénavant.

En 1879, une expédition de quelque importance fut dirigée sur l'oasis d'Akhal. Mais les Russes, n'ayant pas

Digitized by Google

de magasins à proximité, n'avaient pu conserver aucune des positions successivement conquises. Faute d'approvisionnements suffisants, ils étaient obligés de se retirer après chaque incursion dans l'oasis, et leur retraite accroissait l'insolence des Tekkés qui se considéraient comme vainqueurs. D'autre part, l'Angleterre, par des bruits adroitement répandus dans l'Asie centrale, cherchait à ruiner l'influence russe dans ces contrées en persuadant aux populations « qu'elle forcerait la Russie d'abandonner la région transcaspienne, comme elle l'avait empêchée d'aller à Constantinople ».

En 1880, le gouvernement de Saint-Pétersbourg prit la résolution de venger l'échec de 1879 et d'affirmer sa puissance dans l'Asie, en portant un coup décisif aux Tekkés et en occupant définitivement l'oasis d'Akhal.

Dans une série d'articles, fort instructifs à plus d'un titre, la *Revue militaire de l'Étranger* a publié, d'après un ouvrage du général Grodekov, ancien chef d'état-major de l'expédition, un récit de la campagne faite dans ce but, en 1880-1881, par le général Skobelev. Bien que, dans cette campagne, la période de préparation occupe la place la plus importante, nous avons pensé qu'il ne serait pas sans intérêt pour nos lecteurs de connaître le rôle joué par l'artillerie pendant cette expédition (1).

Préliminaires.

L'état-major général russe ne pouvait se dissimuler que l'insuccès de 1879 devait être principalement attribué à un manque de préparation sérieuse.

Aussi se mit-il en devoir de faire élaborer et d'étudier plusieurs plans de campagne en vue de la nouvelle expédition. Mais son projet et tous ceux qui lui furent soumis,

(1) Les renseignements que nous donnons sont extraits de la *Revue militaire de l'Étranger* (nos 610 et suivants), de l'ouvrage du général Grodekov et d'un article récent du *Journal d'artillerie russe* (décembre 1884).

Digitized by Google

avaient le défaut capital, ou d'exiger plusieurs années pour la préparation et pour l'exécution, ou de courir le risque de devenir impraticables si les circonstances ne favorisaient pas les opérations menées avec une plus grande activité. Les difficultés étaient, en effet, considérables. Il fallait organiser des magasins, des hôpitaux, des transports, des services de transmission, dans une contrée n'offrant par elle-même aucune ressource et séparée de la mer Caspienne par un désert. Les approvisionnements à réunir à l'avance étaient d'autant plus considérables que, d'après l'état-major général, l'expédition serait très longue. 23 000 chameaux étaient nécessaires pour le transport de ces approvisionnements. On ne reculait pas devant l'idée de construire un chemin de fer entre *Mikhaïlovsk* et *Kizil-Arvat,* sur une longueur de 235 kilomètres. Mais les difficultés ne seraient-elles pas trop grandes pour qu'on fût certain de pouvoir utiliser ce chemin de fer en temps voulu ?

Le général Skobelev, qui devait être chargé de l'expédition, reconnaissait tout le prix d'une organisation longuement et sagement préparée à l'avance ; mais il était persuadé du succès d'opérations rapides, menées sans retard.

D'après lui, l'oasis devait être entièrement soumise dans l'automne de 1881. Le lecteur verra dans la *Revue militaire de l'Étranger* à quelles conditions le général Skobelev accepta le commandement de l'expédition. Voulant conserver la responsabilité entière de l'exécution, le général fit admettre ses idées particulières relativement à la conduite des opérations militaires, aux marchés pour les transports et les approvisionnements, aux relations avec les autorités civiles et militaires des cercles voisins, principalement celles des frontières, à l'administration des pays conquis, enfin aux communications diplomatiques et militaires intéressant l'expédition.

Sans entrer dans le détail des combinaisons successi-

Digitized by Google

vement admises et des difficultés surmontées pour la constitution des approvisionnements nécessaires au succès de l'entreprise, nous dirons quelques mots du soin tout spécial qu'apporta le général Skobelev à l'organisation de l'artillerie du corps expéditionnaire.

L'artillerie joue un rôle considérable dans les guerres de l'Asie centrale ; elle produit un grand effet moral sur les indigènes, dont la première question sur une armée ennemie est celle-ci : « Combien a-t-elle de canons ? » « Vaincre, c'est étonner », disait souvent Skobelev, et il voulait étonner les Tekkés par son artillerie, par le nombre de ses pièces, par leur portée et par leur variété. Il projetait d'amener devant Géok-Tépé au moins 10 à 12 pièces par 1 000 hommes, soit 80 à 100 pièces. Outre les canons en bronze ou en acier, des systèmes anciens, qui se trouvaient déjà sur place ou pouvaient être tirés des magasins du Caucase, il demandait trois batteries légères, une batterie de montagne, une demi-batterie lourde, six mortiers d'un demi-poud et des mitrailleuses. Il demandait même des mortiers à main et des grenades qui ne lui furent pas accordés. On verra plus loin que l'artillerie fut à peu près constituée sur les bases qu'avait posées le général (1).

Il aurait voulu avoir des obus chargés de pétrole pour incendier les tentes contre lesquelles les obus ordinaires n'avaient pas produit d'effet en 1879. Mais les expériences entreprises sur ce genre de projectiles incendiaires n'avaient pas encore donné de résultats satisfaisants.

Enfin, pour assurer l'indépendance de la cavalerie, chaque escadron ou sotnia devait emmener quatre chevalets à fusées, chaque cavalier portant une fusée.

---

(1) Le siège de Denghil-Tépé, village entouré d'ouvrages et de murailles en pisé, paraissait inévitable. Ne négligeant aucun moyen susceptible d'assurer le succès de l'entreprise, le général Skobelev s'adressa au général d'artillerie Zinoviev, qui avait fait partie de l'expédition de 1866 contre Boukhara et avait assisté à la prise de Djizak, afin d'avoir son avis sur la conduite à tenir pour l'ouverture des brèches dans ce genre de fortifications. Nous renvoyons le lecteur à la *Revue militaire de l'Étranger* qui a publié (n° 622, page 555) la lettre du général Skobelev et la réponse du général Zinoviev.

Digitized by Google

Au printemps de 1880, *Tchikichliar*, *Tchat* et *Douz-Oloum* se trouvaient occupées par des troupes russes.

Avant de concentrer le corps expéditionnaire, le général Skobelev résolut de s'emparer d'un point à l'entrée de l'oasis, *Khodja-Kala* par exemple, de le fortifier et d'y réunir des approvisionnements. Le détachement destiné à occuper Khodja-Kala devait se former à Douz-Oloum et attendre l'ordre de se porter en avant. A part les troupes strictement nécessaires pour garder la ligne de l'Atrek, on laissa provisoirement le gros du corps expéditionnaire sur la côte occidentale de la mer Caspienne, dans le but de ménager les vivres et les fourrages. Le général voulait d'abord terminer l'organisation des magasins, sous la protection du détachement avancé; après cela seulement, il comptait faire remonter l'Atrek par le corps expéditionnaire, le concentrer à Douz-Oloum et partir de ce point pour prendre l'offensive.

Le 8 juin, le général Skobelev arrivait à Douz-Oloum. A ce moment un détachement composé de six compagnies d'infanterie, quatre sotnias et une batterie y était réuni. Par suite de considérations relatives à la difficulté des approvisionnements, le général résolut de mettre cette petite troupe en mouvement dès le lendemain, sans attendre le restant de l'avant-garde qui se trouvait encore en marche.

Le 11 juin, le détachement atteignit Khodja-Kala. Deux reconnaissances dirigées immédiatement sur *Bami* constatèrent que toute la région comprise entre Kizil-Arvat et Bami avait été complètement abandonnée par les Tekkés. Aussi le général Skobelev décida-t-il de prendre pied dans l'oasis par l'occupation de Bami; l'avant-garde y arrriva le 22.

Quelque temps après, les Tekkés semblant vouloir prendre l'offensive, le général résolut de les prévenir et de pousser une reconnaissance jusqu'à *Géok-Tépé* [1] où se

[1] La dénomination de *Géok-Tépé* comprend un ensemble de villages fortifiés, arrosé par le *Sekiz-Jab*.

Digitized by Google

trouvaient rassemblées toutes les forces ennemies évaluées à 40 000 hommes environ (1). Il quitta Bami le 13 juillet avec trois compagnies, quatre sotnias, un peloton du génie, une demi-batterie de campagne, une section à cheval de montagne, une demi-batterie de la marine, armée de 4 mitrailleuses, et huit chevalets à fusées. Le 17, il arrivait à 13 kilomètres de Géok-Tépé.

Le lendemain, de grand matin, la petite colonne se mettait en marche, laissant au campement le convoi, sous la protection d'une demi-compagnie et d'une mitrailleuse. Elle s'avança sur le village de *Janghi-Kala,* situé au pied des montagnes, et arriva à moins de 1 200 mètres de l'enceinte avancée de ce village. Les Tekkés tentèrent de marcher en masses sur les Russes, mais ils furent repoussés par les feux d'artillerie et de mousqueterie.

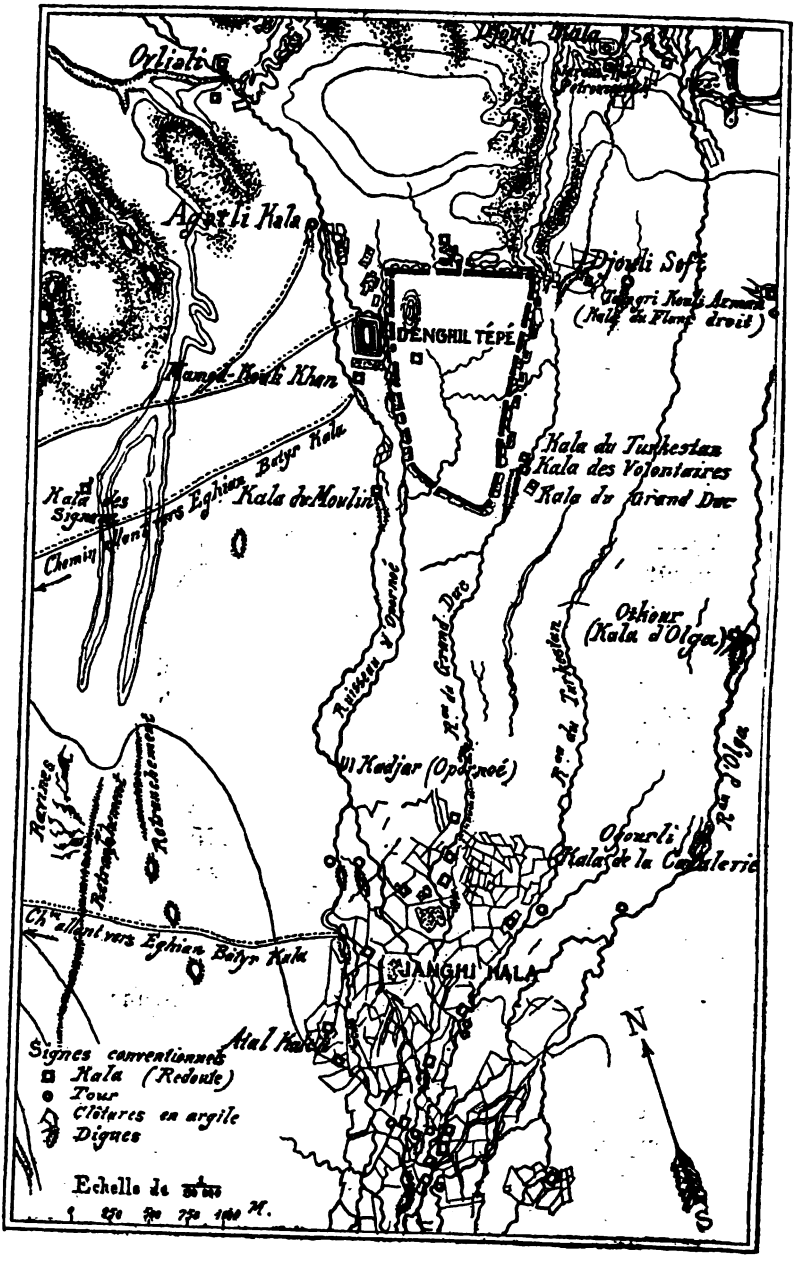
Après avoir reconnu le front sud de Janghi-Kala, le détachement se mit en retraite. Les Tekkés profitèrent immédiatement du mouvement pour les attaquer de tous côtés. De temps à autre, le détachement s'arrêtait, faisant feu dans toutes les directions et reprenait sa marche après avoir repoussé ses adversaires. Il atteignit, à six heures du soir, son campement de la veille, débarrassé enfin des Tekkés que lassait cette poursuite infructueuse.

Le lendemain, il reprit le chemin de Bami où il arriva le 22; l'artillerie avait consommé en tout 175 projectiles et 190 cartouches de mitrailleuse. Les Russes avaient eu affaire à toutes les forces ennemies, au nombre de 26 000 combattants, et leur avaient tué ou blessé 200 hommes.

Les quatre mois qui suivirent cette reconnaissance furent employés à occuper solidement les lignes de ravitaillement, à effectuer des transports, à organiser les magasins, à compléter le corps expéditionnaire et à concentrer les troupes. On eut, durant cette période, à repousser

(1) Cette évaluation était exagérée. On put constater, dans la suite, que les Akhal-Tekkés n'étaient, au début des hostilités, qu'au nombre de 23 000.

Digitized by Google



Digitized by Google

quelques tentatives des Tekkés, mais le moment de prendre l'offensive n'était pas encore venu. Il paraissait à peu près certain que l'on ne pourrait s'emparer de vive force du centre de résistance de l'Akhal; il faudrait en faire le siège pied à pied et il importait, dès lors, d'assurer la protection et le fonctionnement de tous les services à l'arrière pour la période critique dont il était impossible d'évaluer la durée avec quelque exactitude.

Dans les premiers jours de décembre, Skobelev pousse en avant la plus grande partie de ses troupes, et fait hâter l'arrivée du reste de celles-ci, ainsi que des approvisionnements, de façon à pouvoir entrer, le plus tôt possible, dans la période des opérations actives.

Le 12, il occupe *Eghian-Batyr-Kala,* que l'ennemi avait abandonné, et attend avec une vive impatience, pour reprendre l'offensive, le moment où l'on aura constitué dans cette localité un dépôt de deux mois de vivres pour 8000 hommes.

Avant de commencer le récit des opérations qui, en un peu plus d'un mois, amenèrent la chute de l'oasis d'Akhal, nous donnerons une description succincte de Géok-Tépé.

La forteresse de *Denghil-Tépé* constituait le centre de la position de Géok-Tépé. « Elle se composait d'une enceinte continue ayant la forme d'un quadrilatère allongé dont les côtés avaient la longueur suivante :

Côté ouest :	1 440	mètres.
Côté nord :	900	—
Côté est :	1 540	—
Côté sud :	510	—

« Il y avait dans l'enceinte 21 ouvertures : 3 dans la face nord, 9 dans la face ouest, 1 dans la face sud et 8 dans la face est.

« Quelques-unes de ces ouvertures étaient couvertes par de grandes traverses semi-circulaires placées à l'extérieur et donnant un certain flanquement au fossé. La largeur

Digitized by Google

des ouvertures était de 2 à 4 mètres. Le fossé extérieur avait de 2 à 3 mètres de profondeur et de 4 à 5 mètres de largeur. Des marches et des abris étaient creusés çà et là dans la contrescarpe.

« L'enceinte, formée d'un rempart de terre revêtu d'argile, avait 4^{m},25 de hauteur. Derrière elle s'étendait un fossé intérieur très irrégulier et à peu près des mêmes dimensions que le fossé extérieur. Le remblai avait 10 à 11 mètres d'épaisseur à sa base et 7 ou 8 à sa partie supérieure qui était munie d'un parapet extérieur et d'un parapet intérieur et coupée de traverses nombreuses. Le parapet intérieur devait être utilisé contre l'ennemi s'il réussissait à pénétrer dans la forteresse. Les traverses, destinées à la défense pied à pied de l'enceinte, avaient été percées de créneaux.

« L'intérieur de la forteresse était complètement plan. Dans l'angle nord-ouest se trouvait un tertre artificiel de 15 mètres de hauteur. Un peu au sud de ce tertre, il y avait une petite redoute. Dans l'angle nord-est on avait creusé un groupe de puits fournissant de l'eau douce en abondance ; 13 000 tentes couvraient le terre-plein et entre elles on avait réservé un large passage allant du nord au sud.

« Vis-à-vis de la face ouest, de fortes tranchées avaient été établies sur un groupe de collines. Lorsque le détachement russe s'installa devant Denghil-Tépé, les Tekkés vinrent creuser sous ses yeux, à 200 mètres en avant de la face sud, une tranchée parallèle à cette face ; puis, à partir du fossé de la citadelle, ils tracèrent deux communications : la première, près de l'angle sud-est, avait une longueur de 70 mètres et se terminait par une traverse semi-circulaire que les Russes appelèrent le « *fer à cheval* » ; l'autre, commençant vers le milieu de la face sud, avait une longueur de 200 mètres et à son extrémité les Tekkés élevèrent une redoute d'un fort profil.

« Dans les environs immédiats de la forteresse se trou-

Digitized by Google

vaient quelques *kalas,* espèces de châteaux forts entourés de hautes murailles d'argile (5m,50 de hauteur, 1m,20 d'épaisseur) avec des tours aux angles. Ces tours avaient la forme de cônes tronqués. Autour des kalas s'étendaient des champs séparés entre eux par de petits murs d'argile de 0m,75 à 1m,20 de hauteur, orientés dans toutes les directions. Quelques-unes de ces kalas eurent une grande importance dans le siège.

« Le terrain environnant la forteresse était presque plat. Il était formé de terres labourables complètement dépourvues de végétation au moment de l'arrivée des Russes. Le sol argileux devenait une boue gluante sous l'action de la pluie (1). »

Au sud de Denghil-Tépé était situé le village de *Janghi-Kala* à l'occupation duquel les Russes attachaient une très grande importance ; en effet, « elle devait mettre entre leurs mains les sources du Sekiz-Jab, dont l'eau approvisionnait les défenseurs de la citadelle ; une route réunit Janghi-Kala au village persan de *Giarmab,* où les Russes avaient un magasin ; enfin, à Janghi-Kala, ils seraient à proximité de la route de Géok-Tépé à *Askhabad,* ligne de retraite des Tekkés. »

Denghil-Tépé allait être défendue par « 30 000 hommes, dont 10 000 cavaliers, et la forteresse ne contenait pas moins de 45 000 habitants. Ils disposaient d'environ 5 000 fusils, dont 600 à tir rapide, d'un canon en bronze de 6 livres, et de deux couleuvrines en fonte. Tous les défenseurs avaient des sabres et des piques (1). »

A la fin de décembre, l'artillerie du corps expéditionnaire comprenait : deux batteries à cheval (nos 1 et 3) armées de huit canons de 4 livres, ancien modèle ; une batterie à cheval (n° 2) armée de sept canons de 9 livres, ancien modèle ; trois batteries montées, armées chacune de huit canons légers, nouveau modèle ; une batterie de

(1) *Revue militaire de l'Étranger,* n° 624.

Digitized by Google

montagne à huit pièces (3 livres, ancien modèle); une section à cheval de montagne de deux canons de 3 livres; une section de montagne du Turkestan, de deux canons de 3 livres; une demi-batterie chargée du service de six mortiers d'un demi-poud; une batterie de la marine armée de cinq mitrailleuses Gatling et d'un canon Engstrem; une section de fuséens du Turkestan; soit un total de 71 pièces.

Dans le courant de janvier 1881, l'artillerie fut successivement augmentée par l'arrivée: 1° d'une demi-batterie montée, armée de quatre canons de batterie, nouveau modèle; 2° de dix mortiers d'un demi-poud; 3° d'une section armée de deux canons de 4 livres en bronze. A la fin du siège de Denghil-Tépé, les Russes avaient donc amené 87 pièces devant la place.

Reconnaissance sous Géok-Tépé.

Le 16 décembre 1880, le général Skobelev dirigea lui-même une reconnaissance contre les faces sud et ouest de *Denghil-Tépé*. La colonne destinée à cette opération se composait de neuf compagnies d'infanterie et trois sotnias; l'artillerie comprenait: une demi-batterie montée (quatre canons légers), une batterie à cheval (huit canons de 4 livres) et quatre mitrailleuses.

Les troupes quittèrent Eghian-Batyr-Kala à cinq heures du matin. L'artillerie marchait en réserve et était soutenue, à droite par un détachement du génie, à gauche par un détachement de Cosaques. Le mouvement fut dirigé le long des montagnes vers Janghi-Kala. Le général Skobelev se proposait de canonner cette localité et de longer ensuite la face ouest de Denghil-Tépé. Vers neuf heures du matin, la colonne, arrivée à 3 000 mètres environ des retranchements ennemis, prit une formation de combat. L'artillerie fut répartie de la façon suivante: à l'aile droite, deux mitrailleuses, encadrées par deux

Digitized by Google

compagnies d'infanterie ; à l'aile gauche, quatre canons légers et deux mitrailleuses, encadrés également par deux compagnies d'infanterie ; en réserve, la batterie à cheval, soutenue par une compagnie du génie et un détachement de Cosaques.

Les tirailleurs occupèrent les premières hauteurs en avant de Janghi-Kala. Ils ouvrirent immédiatement le feu contre l'ennemi établi dans les jardins et les moulins qui couvraient le village. Une section à cheval et une section légère se mirent en batterie et canonnèrent la position adverse ; la section légère, grâce à la longue portée de ses pièces, put diriger son feu sur les masses ennemies cherchant à renforcer la première ligne. Le tir s'exécuta à obus à balles, aux distances de 1 700 à 1 900 mètres pour la section à cheval, de 1 700 à 2 800 mètres pour la section légère. Le feu de l'artillerie obligea l'ennemi à évacuer ses positions avancées.

Le détachement se porta en formation de combat le long du front ouest de Denghil-Tépé, laissant en arrière les deux sections en batterie. Celles-ci dirigèrent leur feu, à la distance de 1 300 à 1 700 mètres, sur la lisière ouest de Janghi-Kala où l'ennemi se rassemblait. A plusieurs reprises le tir de l'artillerie obligea les Tekkés à évacuer leurs retranchements et à se retirer vers les débouchés nord de Janghi-Kala ; il les mit finalement en fuite et la section légère les poursuivit de son feu jusqu'à 4 300 mètres.

Pendant ce temps se dessinait une attaque contre l'arrière-garde du détachement qui longeait le front ouest de Denghil-Tépé. Elle fut arrêtée par une section à cheval, soutenue par de la cavalerie. Mais, l'ennemi revenant en forces, une section à cheval et la section légère encore disponible se portèrent également à l'arrière-garde. L'action combinée de ces six pièces fit rentrer l'ennemi dans ses retranchements.

Le général Skobelev fit alors amener toute l'artillerie en

Digitized by Google

face du front ouest de Denghil-Tépé et ouvrit le feu contre la place. Sous la protection de ces pièces, le détachement, qui avait atteint son but, commença sa retraite vers Eghian-Batyr-Kala et parcourut environ 3 500 mètres sans être inquiété. Mais à ce moment les cavaliers tekkés se mirent à la poursuite de l'arrière-garde russe. Une section légère et deux sections à cheval soutinrent la retraite en reculant successivement et en tenant l'ennemi hors de portée de fusil. La nuit seule vint mettre fin au combat.

Dans la journée du 16, l'artillerie eut deux hommes blessés et trois chevaux tués. La consommation en projectiles fut de 73 obus ordinaires et 96 obus à balles.

Les 23 et 24 décembre, on exécuta des reconnaissances qui donnèrent lieu à des engagements peu importants.

(*A suivre.*)

Digitized by Google

RENSEIGNEMENTS DIVERS

Allemagne : Manœuvres de pontonniers. — Huit compagnies de pionniers appartenant à différents bataillons prussiens, deux compagnies saxonnes et deux compagnies wurtembergeoises ont été réunies à la fin de juillet à *Harbourg,* sur l'Elbe, et cantonnées dans les environs de la ville. Elles ont exécuté, pendant trois semaines, des exercices de pontage, comprenant la construction de ponts sur supports fixes ou flottants à l'aide du matériel réglementaire, et l'établissement de ponts de circonstance au moyen des matériaux trouvés sur place.

Dans la construction des ponts par portières, on a pour la première fois fait l'essai de remorqueurs à vapeur, destinés à amener les portières à la place qu'elles doivent occuper.

Les manœuvres présentaient des difficultés toutes spéciales tenant à ce que le flux et le reflux se font sentir jusqu'au point où avaient lieu les exercices. En outre, la navigation n'a pas été interrompue.

La garnison de Harbourg et trois bataillons d'infanterie, stationnés à Hambourg et à Altona, ont exécuté des manœuvres combinées avec celles des pionniers : ils ont passé l'Elbe, soit sur des radeaux, soit sur des ponts de bateaux.

Les opérations près de Harbourg terminées, les pionniers ont rejoint leurs corps d'armée pour prendre part aux manœuvres d'automne.

(*Revue militaire de l'Étranger,* n° 628. — *Allgemeine Militär-Zeitung,* n°s 59 et 62.)

Allemagne : Manœuvres de forteresse. — Des manœuvres de forteresse ont eu lieu à *Metz,* du 17 au 29 août, et ont consisté principalement en travaux d'armement. Le

Digitized by Google

8e régiment d'artillerie à pied prussien et le 12e régiment saxon étaient chargés de l'attaque et le 2e régiment bavarois de la défense. Le 2e bataillon de ce dernier régiment, qui tient garnison à Germersheim, s'est rendu à Metz pour la durée des manœuvres et a été cantonné dans les villages de Queuleu et de Plantières.

(*Allgemeine Militär-Zeitung*, n° 63.)

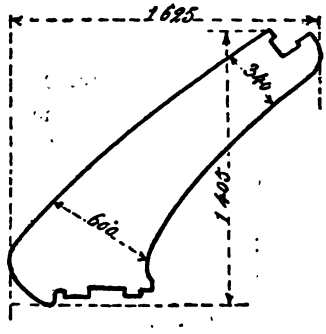
Allemagne : Tir contre une plaque Gruson. — Les 19 et 20 janvier 1885, ont eu lieu à Buckau des tirs d'expériences contre une plaque Gruson, faisant partie d'une tourelle pour des canons de 12c.

Le but des expériences était de reconnaître l'effet du tir de 20 obus de 15c, en acier dur trempé (de Ternitz, Autriche), du poids de 34kg,5 ; la charge employée, de 6kg,900 de poudre prismatique, donnait une vitesse initiale de 395 mètres, égale à la vitesse restante à 1 000 mètres dans le tir à la charge normale.

Cinq des projectiles étaient à tête plate.

Si, après 15 coups (c'est-à-dire 10 coups par mètre carré de la projection verticale du but), la plaque n'était pas brisée et ne présentait pas de fente dangereuse pour les servants, on devait considérer sa résistance comme suffisante. Après cinq autres coups, les expériences devaient être terminées.

La forme de la plaque différait sensiblement de celle des plaques essayées précédemment. Le profil était moins bombé afin que le projectile, arrivant horizontalement, ne fît pas avec la paroi un angle supérieur à 46°30′.



De chaque côté de la plaque, était fixé un autre voussoir, et une quatrième plaque recouvrait les trois premières,

Digitized by Google

de façon à représenter une demi-tourelle. La cible s'appuyait en arrière contre une solide construction en maçonnerie.

La plaque pesait 20 000 kilogrammes environ.

Le tir fut exécuté à la distance de 36 mètres avec le canon de 15c allemand sur affût de siège.

Tous les coups furent dirigés au quart de la plaque à partir de la gauche. Pour les six premiers coups et pour le dernier, le canon était placé vis-à-vis le milieu de la plaque ; pour les autres il se trouvait à 24 degrés plus à gauche.

La plaque résista au choc des 20 projectiles sans que sa résistance parût compromise. Le seul effet notable du tir fut une fente traversant en partie la plaque. Les autres résultats furent sans importance.

La forme adoptée a paru très avantageuse; les obus ricochaient, en général, au contact de la cible.

On ne pourrait conclure de ces expériences, même approximativement, le nombre de projectiles nécessaires pour détruire une plaque de ce genre.

Les obus en acier de Ternitz présentent la même ténacité et la même dureté que ceux en acier Krupp. Leurs éclats raient le verre aussi bien que ceux des projectiles Krupp. (*Engineer*, n° 1532.)

Angleterre : Obus chargés de gélatine explosive. — Le 19 juin dernier eurent lieu, en présence des attachés militaires étrangers, des expériences avec des projectiles chargés de gélatine explosive. La bouche à feu employée était un canon Nordenfelt de 6 livres allongé. On se proposait de rechercher si la gélatine à 95 p. 100 de nitroglycérine peut être employée sans danger, même avec des vitesses considérables. Les projectiles tirés étaient en fonte et munis d'une fusée de culot. Pour l'introduction de la matière explosive, on prenait certaines précautions particulières indiquées par M. Nordenfelt. On tira six coups, à la vitesse initiale de 610 mètres, sans qu'il se pro-

Digitized by Google

duisît d'éclatement prématuré; le but, constitué par des plaques métalliques, fut fortement endommagé. Cette expérience démontre la possibilité d'employer la gélatine explosive comme charge intérieure des projectiles, même avec des vitesses très grandes. Il faudrait maintenant comparer les effets d'un pareil tir avec ceux d'un tir à obus chargés de poudre ordinaire : des expériences dans ce sens seront faites prochainement.

L'emploi de la gélatine explosive présente cependant encore une difficulté sérieuse : c'est celle de la conservation de la matière. On a constaté, en effet, aux États-Unis, qu'une cartouche de gélatine explosive à base de camphre, composée d'une enveloppe en papier paraffiné recouverte d'un papier ordinaire, dégage au bout d'un certain temps des vapeurs nitreuses ; la substance augmente de volume, et la surface de la cartouche se couvre de petits cristaux. Si on la plonge dans l'eau, la matière se désagrège, l'odeur de camphre disparaît, l'eau se colore en jaune et présente une forte réaction acide. En évaporant la dissolution filtrée, on obtient d'abondants cristaux d'acide oxalique; le résidu du filtrage se comporte comme du glucose en présence de la liqueur de Fehling (1). Il ne reste pas de trace de glycérine, de nitroglycérine ni de fulmicoton libre. L'enveloppe paraffinée n'est pas attaquée ; le papier ordinaire est taché en plusieurs endroits. On voit donc qu'il y aurait lieu d'étudier les moyens d'empêcher cette décomposition lente de la matière, qui la rend impropre aux usages militaires, malgré tous les avantages que les expériences permettraient de lui reconnaître.

Autriche : Fortifications nouvelles. — La *Vedette* annonce la construction d'un nouveau fort d'arrêt sur la route du *Tarvis* (Udine-Villach); ce fort commandera un chemin par lequel on pouvait tourner les ouvrages existants.

(1) La liqueur de Fehling, qui sert au dosage du glucose, est une dissolution de sulfate de cuivre, de tartrate double de potasse et de soude, et de soude caustique.

Digitized by Google

D'après le même journal, 200 000 florins (500 000 fr.) ont été consacrés, cette année, aux fortifications et à l'armement de *Mostar* (Herzégovine). La mise en état de cette place exigera encore la dépense d'une somme égale.

La ville de *Cracovie* doit être munie d'une nouvelle enceinte élevée à 2 kilomètres en avant de l'ancien rempart qui sera conservé. Une ceinture d'ouvrages semi-permanents doit être créée. Enfin, les forts de *Lysagora* et de *Pasternik* recevront chacun une tourelle de dimensions colossales.

Belgique : La remonte de l'armée. — Dans la séance du Sénat du 19 juin, M. le général Pontus a incidemment abordé la question de la remonte de l'armée. Il a reconnu d'abord que, non seulement comme chevaux de selle, mais surtout comme chevaux de trait léger, la Belgique n'avait que des ressources insuffisantes. Le Ministre de la guerre a constaté qu'il avait fait, en principe, étudier le remplacement des chevaux ardennais par des chevaux étrangers pour le service de l'artillerie. Il a mis à l'essai des chevaux irlandais pour le service des batteries à cheval. Quarante de ces chevaux ont été de nouveau achetés et les premiers rapports qui ont été faits sont favorables à l'innovation. (*Progrès militaire,* n° 485.)

Danemark : Projet d'organisation défensive. — Plusieurs projets ont été présentés ces dernières années aux Chambres danoises pour l'organisation défensive du pays. Le plan général, tel qu'il semble devoir être adopté, repose sur les principes suivants :

1° La capitale, Copenhague, sert de réduit à la défense.

2° La flotte est chargée de la défense mobile et prend appui sur des points fortifiés destinés, en outre, à assurer les communications entre les différentes parties du royaume et à protéger certains parages exposés au débarquement.

3° Une place de refuge est organisée dans le Jutland.

Digitized by Google

Copenhague est défendue actuellement par plusieurs ouvrages élevés sur la côte ou en pleine mer. On estime à 76 millions de francs environ les dépenses nécessaires pour compléter les fortifications de la capitale. On projette un grand fort en mer, à la pointe septentrionale de *Middelgrund*, une nouvelle batterie de côte, et sur le front de terre, une ceinture de forts, distants de 6 à 12 kilomètres de la ville et répartis en trois groupes séparés par des inondations artificielles.

Pour prêter appui à la flotte et servir de pivots aux manœuvres opposées à des tentatives de débarquement, on se propose de fortifier les points suivants :

Kjöge, sur la côte orientale de l'île de Seeland ;

Aggersö, à la pointe sud-ouest de Seeland ;

Korsör et *Kallundborg,* sur la côte occidentale de la même île ;

Helseneur, à l'entrée du Sund ;

Un point de l'île de *Samsö*, à l'entrée du Grand-Belt ;

Strub ou *Middelfart,* à l'entrée du Petit-Belt.

Dans le Jutland, on fortifierait *Helgenæs,* en face d'Aarhuus.

(D'après la *France militaire,* n° 461.)

États-Unis : L'eau employée comme explosif. — M. Édison, l'électricien bien connu, a fait l'application suivante de l'électricité à l'art de la guerre :

Il prend un petit tube en verre, à parois très épaisses, le remplit d'eau et le ferme solidement aux deux bouts. Les deux bouchons sont traversés par un fil de platine. Sous l'action d'une machine électrique, l'eau se décompose dans le tube. L'oxygène et l'hydrogène produits acquièrent une pression considérable, et finalement le tube éclate : à ce moment, les gaz devenus libres se détendent brusquement et produisent des effets brisants comparables à ceux de la nitroglycérine.

Ce nouvel engin de destruction est d'un prix peu élevé,

Digitized by Google

et son maniement n'offre aucun danger tant qu'il n'a pas été mis en communication avec la machine électrique. L'inventeur estime qu'on pourrait utiliser le principe de son appareil pour la charge des torpilles et même des canons. En tout cas, les tubes explosifs pourraient rendre des services dans la guerre de mines, et auraient, sur les fourneaux de mine chargés de poudre, l'avantage de pouvoir être mis en place longtemps avant le moment où ils doivent servir, sans courir le risque d'être détériorés ou de perdre de leur puissance avec le temps.

(*Army and Navy Journal.*)

Hollande : Pointage sur un but mobile. — La *France militaire* donne la description d'un procédé de pointage sur but mobile dû au capitaine Hoogenboom, de l'armée hollandaise.

Ce procédé est utilisé spécialement en vue du tir des batteries de côte. Il est fondé sur l'emploi d'un appareil de tir fixé sur le côté gauche de la bouche à feu et d'une cible mobile qui peut se mouvoir sur une voie ferrée disposée à quelques mètres en avant de la pièce.

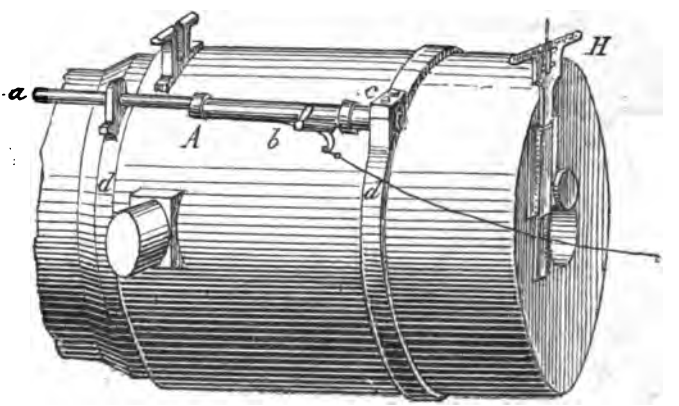


Fig. 1.

L'*appareil de tir* A (fig. 1) se compose d'un canon de

Digitized by Google

fusil système de Beaumont *a*, se chargeant par la culasse et s'ouvrant à gauche. Il est placé dans un fût *b* dont la partie postérieure, encastrée dans un cylindre *c*, prend appui sur un ressort à boudin servant à amortir le recul du canon de fusil.

L'appareil est fixé à la bouche à feu par deux anneaux en fer *d*, *d*, de manière que l'axe prolongé de l'arme rencontre la ligne de mire à environ 15 mètres du canon.

Le *but mobile* se compose d'un châssis en tôle *n* (fig. 2) muni de deux roues métalliques *o* et de deux rouleaux de frottement *i*.

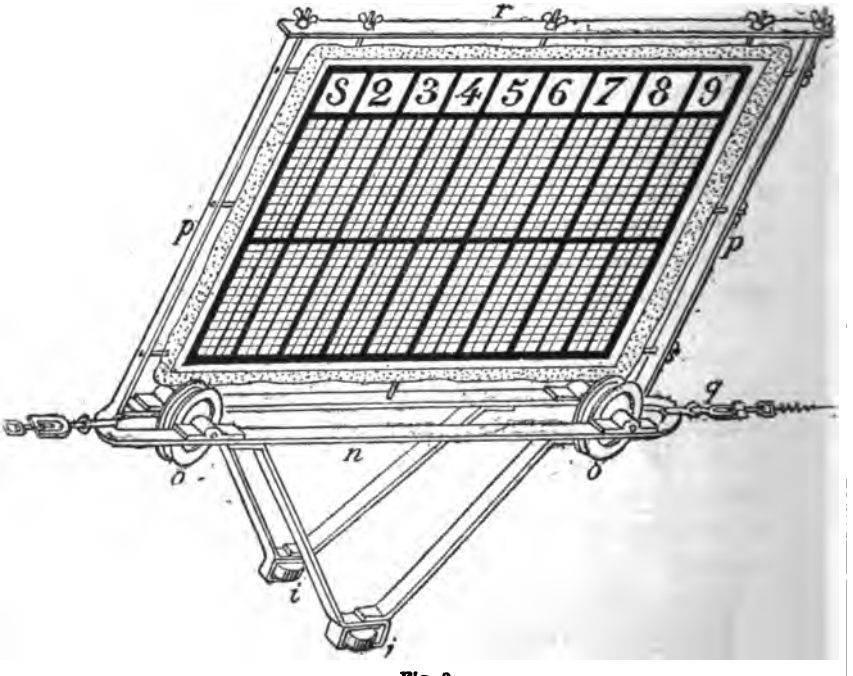


Fig. 2.

Deux montants en fer *p* sont fixés sur le châssis et reliés par une traverse *r*. A leur partie inférieure, les montants présentent deux anneaux *q*. Une cible en toile est

Digitized by Google

attachée au cadre métallique ; elle est recouverte de feuilles de papier portant des traits de division verticaux et horizontaux.

Les roues *o* glissent sur un rail. Les rouleaux de frottement *i* prennent appui sur deux bandes en fer parallèles au rail et maintiennent le système en équilibre.

Le but est mis en mouvement à l'aide de câbles fixés aux anneaux *q*.

Chaque pointeur tire d'abord, avec une hausse qui lui est donnée par l'instructeur, un coup d'essai sur un point de la cible maintenue immobile. Si la balle n'atteint pas le point voulu, l'instructeur, corrige la hausse et fait tirer un deuxième coup d'essai.

Le but est mis ensuite en mouvement d'après les indications de l'instructeur. Le pointeur fait lever ou baisser la culasse jusqu'à ce que le plan des deux arêtes supérieures de la Hausse et du guidon passe par la ligne horizontale désignée et fait feu au moment où la ligne verticale du but rencontre le prolongement de la ligne de mire (1).

Les erreurs commises peuvent être appréciées sur la cible en examinant le point touché par la balle.

Russie : Nouvelle station maritime sur la mer Noire. — D'après la *France militaire,* une nouvelle station maritime va être créée sur la côte septentrionale de la mer Noire, à *Novorossijsk*. Le port, dont l'entrée est déjà protégée par une digue, sera pourvu de batteries et de défenses sous-marines. Un crédit de 60 millions de francs est accordé pour l'entreprise des premiers travaux.

Ce port doit être relié par un chemin de fer à un point de la ligne Rostov-Wladicaucase, et de là à Petrovsk, sur la mer Caspienne. La Russie possédera ainsi une voie ferrée stratégique au nord du Caucase, doublant la ligne Batoum-Bakou établie au sud de cette chaîne.

Voir *Revue d'artillerie*, décembre 1877, t. XI, p. 281, la description de la Hausse du canon de 24c de côte hollandais et du procédé de pointage sur un but mobile.

Digitized by Google

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Livres nouveaux.

FRANCE.

Bornecque. — Les armes à répétition (2e partie). — *Paris,* Berger-Levrault et Cie. Prix : 2 fr. 50 c.

Boulet d'Hauteserre et Gouin. — Annuaire des sociétés de tir civiles et militaires de France et des colonies. — *Paris,* Baudoin.

Colson. — Traité élémentaire d'électricité avec les principales applications. — *Paris,* Gauthier-Villars. Prix : 3 fr. 75 c.

Cours des écoles de tir. — Tome II. — Armement et feux de l'infanterie. — *Paris,* Baudoin.

Derrécagaix. — La guerre moderne. 1re partie : Stratégie. 1 vol. de texte et 1 atlas. — *Paris,* Baudoin. Prix : 6 fr.

Dérué. — Nouvelle méthode d'escrime à cheval. — *Paris,* Lahure.

Eiffel. — Tour en fer de 300 mètres de hauteur destinée à l'exposition de 1889. — *Paris,* Capiomont et Renault.

Fontaine. — Transmissions électriques. Renseignements pratiques. — *Paris,* Baudry. Prix : 3 fr.

A. Kœrner. — Le canon Hotchkiss à tir rapide. Description du système (texte anglais). — *Paris,* 1884, Waterlow et fils.

Koszarski. — Système de recrutement des sous-officiers d'infanterie appliqué à la loi sur le service militaire de trois ans. — *Paris,* Edmond Dubois.

L'armée et la démocratie. — *Paris,* Calmann-Lévy. Prix : 3 fr. 50 c.

Manuel pour les canons Hotchkiss à tir rapide de 6 livres, de 3 livres et de 1 livre (texte anglais). — *Paris,* Waterlow et fils.

Very. — Le canon-revolver Hotchkiss. Description du système, tables de tir, etc. (texte anglais). — *Paris,* Waterlow et fils.

ALLEMAGNE.

Baykoff. — Emploi et conduite du combat à pied dans la cavalerie russe, traduit du russe par le lieutenant Trost. — *Berlin,* Bath. Prix : 1 fr. 50 c.

v. Beck. — Effets des projectiles des fusils modernes sur le corps des animaux. — *Leipzig,* Vogel. Prix : 15 fr.

Bleibtreu. — Les armes allemandes en Espagne. — *Berlin,* Eisenschmidt. Prix : 5 fr.

Brunn. — L'instruction de tir de l'infanterie, d'après le règlement de 1884. — *Berlin,* Liebel. Prix : 3 fr. 75 c.

Digitized by Google

v. F. — Les devoirs du corps d'officiers allemand. — *Hanovre*, Helving. Prix : 1 fr.

v. Giese. — Applications militaires de l'électricité, en tant que force et lumière. — *Carlsruhe*, Braun. Prix : 3 fr. 75 c.

Le canon-revolver de 3c,7 de l'artillerie navale et ses munitions. — *Berlin*, Mittler und Sohn. Prix : 95 c.

Le réseau des chemins de fer russes sur la frontière allemande. — *Hanovre*, Helving. Prix : 1 fr. 25 c.

v. Löbell. — Jahresberichte pour 1884. — *Berlin*, Mittler und Sohn. Prix : 10 fr. 65 c.

Nouveaux principes d'équitation. — *Kœnigsberg*, Hartung. Prix : 5 fr.

Problèmes tactiques et stratégiques, avec solutions. — *Hanovre*, Helving. Prix : 1 fr. 50 c.

Dr Reger. — Les blessures produites par les armes portatives modernes. — *Strasbourg*, Schultz et Cie. Prix 6 fr. 25 c.

S. v. B. — La bataille de Wissembourg. — *Berlin*, Liebel. Prix : 3 fr. 15 c.

v. Schmidt. — Instruction de tir, effets et conduite du tir, pour les sous-officiers de l'armée allemande. — *Berlin*, Liebel. Prix : 1 fr. 25 c.

v. d. Wengen. — Guerre de 1866 entre la Prusse et le Hanovre (1er fascicule). — *Gotha*, Perthes. Prix : 3 fr.

ANGLETERRE.

Adams. — L'Angleterre sur mer. — *Londres*, White. Prix : 18 fr. 75 c.

Callenberg. — Le système Longridge pour le frettage en fils d'acier, traduit d'une conférence faite le 23 janvier 1885 à Coblentz. — *Londres*, Phipps and Connor.

Hobart Pacha. — Les torpilles pendant la guerre turco-russe. — *Londres*, Blackwoods. Prix : 1 fr. 25 c.

La campagne de Souakin, par un témoin oculaire. — *Londres*, Paul, Trench and Co. Prix : 6 fr. 50 c.

Manuel pour le canon rayé de 40 l. (a. mod.) se chargeant par la culasse monté sur l'affût de place de 6 pieds (officiel). — *Londres*, William Clowes and Sons. Prix : 1 fr. 90 c.

AUTRICHE-HONGRIE.

Carte des chemins de fer de la Russie d'Europe avec partie des pays limitrophes et de l'Asie Mineure. — *Vienne*, Artaria et Cie. Prix : 2 fr.

Chronique des guerres austro-hongroises. Les généraux sur les champs de bataille de la monarchie. — *Vienne*, Librairie de l'état-major général. Prix : 5 fr.

v. Czibulka. — Emploi tactique de l'artillerie montée et de l'artillerie à cheval. — *Vienne*, Seidel und Sohn. Prix : 1 fr.

Digitized by Google

Gastner. — Sur les formations de l'infanterie dans le combat. — *Vienne,* Seidel und Sohn. Prix : 1 fr.

Krnka. — Le fusil de l'avenir. — *Jungbunzlau,* Nesnera.

Kromar. — Découvertes modernes relatives à l'accroissement de la rapidité du tir des armes portatives. — *Vienne,* Comité militaire technique et administratif. Prix : 4 fr.

Règles de tir pour l'artillerie de montagne. — *Vienne* (officiel).

Tables de tir pour les canons de côte de 15c, 24c, 28c, et pour le canon de 28c à embrasure minimum. — *Vienne* (officiel). Prix : 1 fr.

BELGIQUE.

Cambrelin. — La fortification de l'avenir, un vol. de texte et un atlas. — *Gand,* Hoste.

Delfosse. — Des pointes et des patrouilles. — *Bruxelles,* Muquardt. Prix : 1 fr.

Deroubaix. — L'Angleterre et la Russie en Orient. — *Bruxelles,* Muquardt.

Flamache. — Étude succincte du comparateur-régulateur A. et V. Flamache, pour la vérification des chronographes balistiques. — *Bruxelles,* Muquardt. Prix : 1 fr.

Flamache. — Tirs à la cible, à propos du block-cible de A. et V. Flamache. — *Bruxelles,* Muquardt. Prix : 1 fr.

Hoffbauer. — La bataille de Vionville, traduction de M. le capitaine Bodenhorst, de l'artillerie belge. — *Bruxelles,* Muquardt.

Mahieu. — Chronométrie électro-balistique. — *Bruxelles,* Muquardt. Prix : 1 fr.

Malengreau. — Étude sur les matériels d'artillerie français et allemand. — *Bruxelles,* Havermans.

ÉTATS-UNIS.

Blunt. — Instruction sur le tir du fusil et de la carabine. — *Londres,* Sampson Low and Co. Prix : 10 fr. 65 c.

RUSSIE.

Marvin. — L'annexion de Merv par la Russie, sa signification et ses suites. Traduction allemande de Lahdow. — *Leipzig* et *Odessa,* Mercure russe. Prix : 2 fr. 50 c.

SUISSE.

Le service de sûreté, d'après les principes du service en campagne. — *Berne,* Jenni. Prix : 1 fr. 15 c.

Règlement pour l'artillerie de montagne suisse. — *Lausanne,* Lucien Vincent.

De Tscharner. — Carnet militaire de l'artillerie suisse, traduit par Ami Pagan. — *Genève,* Georg.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME XXVI

(AVRIL — SEPTEMBRE 1885)

1re livraison. — Avril 1885.

Pages.

Nouveaux progrès de la déphosphoration des fontes et des aciers (*suite*), par le capitaine d'artillerie A. Aubanel . . . 5

De la résistance des corps solides (*fin de la partie statique*), par le capitaine d'artillerie Duguet 22

L'artillerie anglaise en 1884 (*suite*). 50

Propositions relatives à des procédés de repérage en direction dans le tir des bouches à feu de place, par le lieutenant d'artillerie Danion. 69

La réorganisation de l'artillerie en Autriche-Hongrie (d'après la *Vedette*). 83

Renseignements divers. — *Allemagne :* Ponts en fer mobiles et exercices des troupes de chemins de fer (90). — Expériences d'artillerie exécutées à l'usine Krupp (91). — Appareil à graisser les cartouches (93). — *États-Unis :* Projectiles à dynamite (93). — Fusils à répétition (95). — *Hollande :* Modification de la charge du canon de campagne (95). — *Italie :* Création de pelotons d'élèves-officiers (96). — Grandes manœuvres en 1885 (96). — Succursale de la maison Armstrong à Pouzzoles (98) 90

Notice bibliographique. 99

Bulletin bibliographique. — Articles de revues et de journaux parus dans le 1er trimestre 1885 100

2e livraison. — Mai 1885.

De l'instruction à cheval dans les régiments d'artillerie de campagne, par le lieutenant d'artillerie A. Girette. 105

Note sur un procédé de repérage en direction applicable aux pièces de campagne et aux pièces de siége, par le lieutenant d'artillerie R. Roblin. 133

Théorie de l'équilibre élastique des surfaces coniques, par P. Laurent, ingénieur de la Société des forges et chantiers de la Méditerranée 147

Digitized by Google

Pages.

L'artillerie anglaise en 1884 (*fin*). 164

Renseignements divers. — *Allemagne :* Grandes manœuvres en 1885 (185). — Poudre Schultze (188). — Budget de la guerre pour 1885-1886 (189). — *Autriche-Hongrie :* Grandes manœuvres en 1885 (189) 185

Notices bibliographiques. — *Balistique extérieure*, par M. le capitaine J. M. Ingalls, professeur à l'école d'artillerie du fort Monroë (191). — *Die Repetir-Gewehre* (194). 191

Nécrologie. — M. le général de brigade Morlière. 197

3e livraison. — Juin 1885.

Nouveaux progrès de la déphosphoration des fontes et des aciers (*fin*), par le capitaine d'artillerie A. Aubanel. 201

Étude sur les lois de la résistance de l'air, par le capitaine d'artillerie E. Vallier. 226

De l'instruction à cheval dans les régiments d'artillerie de campagne (*fin*), par le lieutenant d'artillerie A. Girette. . . 236

Le télémètre du colonel Pachkévitch, de l'artillerie russe, traduit et résumé par le lieutenant d'artillerie G. Putz. . . . 254

Étude sur l'ordre normal de marche des groupes d'artillerie, par le capitaine d'artillerie M. Guitry. 260

Renseignements divers. — *Allemagne :* Le niveau universel du lieutenant-colonel Bode (279). — *Angleterre :* Machine à creuser les tranchées (281). — *États-Unis :* Canon multicharge Lyman Haskell (284). — *Italie :* Budget extraordinaire de la guerre pour huit années (286). — *Serbie :* Adoption d'un nouveau matériel de campagne et de montagne (288). . 279

Notices bibliographiques. — *Die russischen Sommerlager* 1884; conférence par M. le lieutenant Drygalski (289). — *Guerras irregulares*, par M. le commandant Don J. I. Chacon (294). — *Considérations sur la guerre de siège*, par le capitaine Rollinger (295). — *Escuela practica del segundo regimiento de zapadores-minadores en* 1884, par M. le commandant de la Llave y Garcia (297). 289

Bulletin bibliographique. — Livres nouveaux 298

4e livraison. — Juillet 1885.

Étude sur l'ordre normal de marche des groupes d'artillerie (*fin*), par le capitaine d'artillerie M. Guitry 301

Note au sujet de l'étude précédente, par M. le général Liégeard. 319

Étude sur les lois de la résistance de l'air (*fin*), par le capitaine d'artillerie E. Vallier. 324

Digitized by Google

Résumé des principales expériences exécutées par l'artillerie suisse en 1884. . . . . . Pages. 348
Théorie de l'équilibre élastique des surfaces coniques (*suite*), par P. LAURENT, ingénieur de la Société des forges et chantiers de la Méditerranée. 359
Renseignements divers. — Métal Delta (383). — *Allemagne :* Balles à chemise métallique (384). — Gargousses métalliques et appareils percutants de mise de feu (386). — *Autriche-Hongrie :* Écoles à feu (391). — Adoption du mortier de 15ᶜ (392). — *Espagne :* Expériences de tir à Cadix (392). — *Portugal :* Réorganisation de l'armée (393). — *Russie :* Nouvelles formations (394). — Appareil pour le tir indirect de l'infanterie (394). — Commande de projectiles à Essen (395). . . 383
Notice bibliographique. — *Traité élémentaire d'électricité, avec les principales applications,* par M. le capitaine du génie R. COLSON. 396
Bulletin bibliographique. — Articles de revues et de journaux parus dans le 2ᵉ trimestre 1885. 399

5ᵉ livraison. — Août 1885.

De l'artillerie des divisions de cavalerie, par le capitaine d'artillerie A. SERVIÈRE. 405
Sur l'établissement des tables du tir vertical (d'après la *Rivista di Artiglieria e Genio*) 431
Matériel de l'artillerie des États-Unis. 446
Tables balistiques, par le capitaine d'artillerie F. POUCHELON. 465
Le matériel d'artillerie système de Bange à l'Exposition d'Anvers 477
Renseignements divers. — *France :* La longe perfectionnée (490). — Poudre verte (491). — *Allemagne :* Manœuvres de forteresse (492). — Voyage d'état-major. Exercices de la réserve de recrutement (492). — *Angleterre :* Éclairage électrique du guidon (493). — La torpille Paulson (493). — *Autriche-Hongrie :* Papier explosif (494). — *Belgique :* La nitrocolle (494). — *Espagne :* Armes portatives (495). — *Italie :* Organisation de régiments alpins (496). — *Russie :* Expériences de tir contre des grilles en fer (497). — Essai de tonneaux en carton pour le transport de la poudre (498). — *Suède :* La romite (499). — *Suisse :* Expériences sur des substances explosives (500) 490
Notice bibliographique. — *La Guerre moderne* (1ʳᵉ partie), par M. le colonel d'infanterie V. DERRÉCAGAIX. 501

Digitized by Google

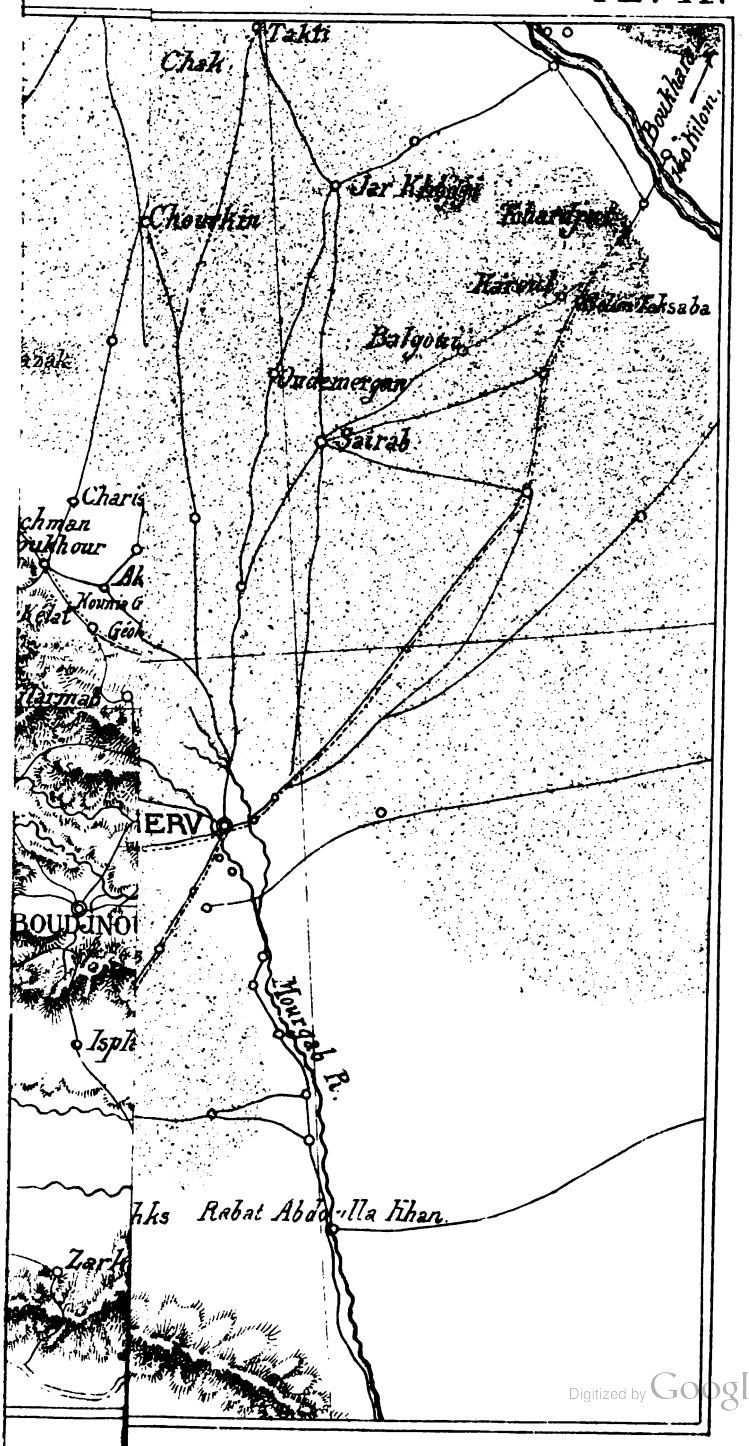
6e livraison. — Septembre 1885.

Les lettres sur l'artillerie du général de Hohenlohe, par le capitaine d'artillerie G. Toutée. 509
Résumé des principales expériences exécutées par l'artillerie autrichienne en 1884 533
Note sur un système de cibles à ressorts pour figurer l'apparition subite de tirailleurs. 558
Théorie de l'équilibre élastique des surfaces coniques (*fin*), par P. Laurent, ingénieur de la Société des forges et chantiers de la Méditerranée. 562
Opérations de l'artillerie russe pendant l'expédition de 1880-1881 dans l'Asie centrale. 584
Renseignements divers. — *Allemagne :* Manœuvres de pontonniers (597). — Manœuvres de forteresse (597) — Tir contre une plaque Gruson (598). — *Angleterre :* Obus chargés de gélatine explosive (599). — *Autriche :* Fortifications nouvelles (600). — *Belgique :* La remonte de l'armée (601). — *Danemark :* Projet d'organisation défensive (601). — *États-Unis :* L'eau employée comme explosif (602). — *Hollande :* Pointage sur un but mobile (603). — *Russie :* Nouvelle station maritime sur la mer Noire (605). 597
Bulletin bibliographique. — Livres nouveaux. 606

PLANCHES.

I. L'artillerie anglaise en 1884.
II. Appareils de repérage en direction des bouches à feu de siège et de place.
III et IV. L'artillerie anglaise en 1884.
V. Niveau universel. — Machine à creuser les tranchées.
VI. Artillerie suisse. Matériel de 8c,4 nouveau modèle.
VII. Balles à chemise métallique. — Gargousse métallique. — Appareils percutants de mise de feu.
VIII et IX. L'artillerie de Bange à Anvers.
X. Théâtre des opérations contre l'oasis d'Akhal en 1880-1881.

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

HW 2702 D

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.

Digitized by Google

Digitized by Google